

## Indice

<b>Prefazione</b>	<b>pag.4</b>
<b>Capitolo 1</b>	<b>pag.6</b>
Riconoscimento di sé e dell'altro	
1.1 Approccio neurocognitivo al processo di self-recognition	pag.7
1.1.1 <i>Substrato anatomico del self-recognition negli adulti</i>	pag.11
1.1.2 <i>Substrato anatomico del self-recognition nei bambini</i>	pag.13
1.2 Riconoscimento degli stimoli sociali: volto e corpo	pag.16
1.2.1 <i>Riconoscimento del volto</i>	pag.16
1.2.2 <i>Basi neurali del riconoscimento del volto</i>	pag.19
1.2.3 <i>Deficit nel riconoscimento del volto familiare: prosopagnosia</i>	pag.21
1.2.4 <i>Riconoscimento del proprio volto</i>	pag.22
1.2.5 <i>Ruolo dell'esperienza nello sviluppo del riconoscimento dei volti</i>	pag.24
1.2.6 <i>Riconoscimento del corpo</i>	pag.25
1.3 Aspetti rilevanti nel self-recognition: stimoli sensoriali e movimento	pag.27
1.4 La percezione visiva	pag.29
1.4.1 <i>Stadi primario e secondario nel riconoscimento dell'oggetto</i>	pag.30
1.4.2 <i>Teorie sul riconoscimento dell'oggetto</i>	pag.31
1.5 Approccio neurocognitivo al riconoscimento degli oggetti e agnosia	pag.32

## **Capitolo 2** **pag.35**

### Riconoscimento di sé e dell'altro nel Disturbo dello Spettro Autistico

2.1 Definizione e caratteristiche del disturbo dello spettro autistico	pag.36
2.2 Eziopatogenesi dell'ASD	pag.39
2.3 Prevalenza dell'ASD	pag.41
2.4 Riconoscimento implicito e self-advantage nell'ASD	pag.42
2.5 Compromissione nell'elaborazione del volto nell'ASD	pag.45
2.6 Pattern di attenzione visiva a volti e oggetti nell'ASD	pag.47
2.7 Riconoscimento di stimoli sociali e non sociali in bambini con ASD	pag.51
2.8 Riconoscimento del volto basato su singole caratteristiche nell'ASD	pag.57
2.9 Riconoscimento di volti in soggetti con ASD e nei loro genitori	pag.59
2.10 Riconoscimento di volti familiari e non familiari nell'ASD	pag.62
2.11 Il Giro Fusiforme nell'ASD	pag.65
2.12 Deficit nella rilevazione della similarità sé/altro in soggetti con ASD	pag.68

## **Capitolo 3** **pag.71**

### Riconoscimento di sé e dell'altro in bambini con disturbo dello spettro autistico e con sviluppo tipico: un contributo di ricerca

3.1 Introduzione	pag.72
3.2 Materiali e metodo	pag. 76
3.2.1 <i>Partecipanti</i>	pag.76
3.2.2 <i>Stimoli e procedure</i>	pag.77
3.2.3 <i>Compito di matching</i>	pag.78

3.3 Scelta dei partecipanti alla ricerca	pag.80
3.4 Mancata risposta (non response), risposte non corrette ed errori di misura	pag.81
3.5 Risultati	pag.82
3.5.1 <i>Compito di riconoscimento di parti del corpo</i>	pag.82
3.5.2 <i>Compito di riconoscimento di oggetti</i>	pag.83
3.5.3 <i>Numero di errori sulla performance</i>	pag.86
3.6 Discussione	pag.87
3.7 Conclusione	pag.91

<b>Bibliografia</b>	<b>pag.94</b>
---------------------	---------------

## Prefazione

La questione del Sé è stata uno dei temi più salienti e controversi di tutta la storia della filosofia e della psicologia (Northoff, 2004; Dalgleish, 2004; Marcel, Lambie, 2004; Northoff & Bermpohl, 2004; Gallagher & Frith, 2003; Metzinger & Gallese, 2003; Damasio, 2003a, b; Keenan et al., 2003; Kircher & David, 2003; Turk et al., 2003; Vogeley & Fink, 2003; Churchland, 2002; Kelley et al., 2002; Lambie & Marcel, 2002; LeDoux, 2002; Turk et al., 2002; Stuss et al., 2001; Gallagher, 2000). Recentemente anche le neuroscienze si sono interessate allo studio del riconoscimento di Sé (self-recognition) e dei circuiti neurali sottostanti. In particolare, hanno focalizzato la loro attenzione sul riconoscimento del sé corporeo, sui meccanismi di elaborazione del proprio corpo, del proprio volto e del volto dell'altro. Le evidenze accumulate, sono state ottenute attraverso sia studi di neuroimaging sia comportamentali (Urgesi, Candidi, Ionta, & Aglioti, 2006; Gillihan et al., 2005; Urgesi, Berlucchi, & Aglioti, 2004; Downing, Yuhong, Shuman & Kanwisher, 2001), e grazie anche al contributo delle indagini condotte su pazienti con lesione cerebrale acquisita.

Data l'importanza della distinzione sé-altro nella vita sociale dell'uomo, oltre ai modelli di funzionamento investigati su popolazione normotipica, gli studiosi hanno investigato il fenomeno anche in pazienti psichiatrici (Spence et al., 1997), e in pazienti con disturbo dello sviluppo, come nel caso di pazienti con disturbo dello Spettro Autistico (ASD), i quali mostrano evidenti difficoltà nella rappresentazione e nella consapevolezza del proprio corpo (Ornitz, Ritvo, 1968).

Questo lavoro ha lo scopo di studiare alcuni degli aspetti del riconoscimento del sé in soggetti con autismo, nel tentativo di evidenziare parte dei meccanismi disfunzionali responsabili del marcato deficit sociale caratterizzante la patologia.

La prima parte di questo lavoro si propone, dunque, di illustrare la cornice teorica entro la quale si collocano gli studi sul riconoscimento del sé corporeo; affrontando la questione di come avvenga il riconoscimento visivo del volto e del corpo (proprio e altrui), in bambini e adulti. Verrà, inoltre, brevemente trattato anche il riconoscimento visivo dell'oggetto ai fini della comprensione dei meccanismi normativi implicati in tale processo. Il presente lavoro si pone, infatti, l'obiettivo di indagare il riconoscimento sia rispetto al corpo sia agli oggetti.

La seconda parte descriverà, invece, il riconoscimento visivo del corpo e degli oggetti (propri e altrui), in individui con disturbo dello spettro autistico, evidenziandone i diversi circuiti neurali.

La terza parte illustrerà l'esperimento svolto al fine di indagare l'esistenza di riconoscimento implicito di "sé" e dell' "altro" in soggetti con disturbo dello spettro autistico vs con normale sviluppo, tra i 6 e i 12 anni di età; appartenenti, quindi, ad una fascia di età inferiore rispetto a quella presa in esame dal primo lavoro che ha cercato di indagare il "self-advantage" nei bambini con ASD (Gessaroli, Pellegrini & Frassinetti, 2013). Nello specifico, si è voluto esaminare se fosse presente un vantaggio, in soggetti con ASD, nel riconoscimento implicito di proprie parti del corpo e propri oggetti (self-advantage), in un compito visivo in cui sono state presentate parti del sé, parti delle altre persone, e oggetti neutri.

Il presente lavoro di tesi fornisce, quindi, un importante contributo alla comprensione del processo di riconoscimento di parti del corpo e oggetti propri e altrui, in soggetti con disturbo dello spettro autistico, oltre che fornire utili spunti in termini riabilitativi. Sulla base di tali evidenze potranno, infatti, essere ideati e proposti training volti ad insistere sul recupero della funzione del riconoscimento di sé e dell'altro, funzione molto trascurata nel campo della riabilitazione, ed invece di importanza strategica alla comprensione del contesto sociale di interazione, in cui i soggetti con autismo appaiono marcatamente compromessi.

## **Capitolo 1**

Riconoscimento di sé e dell'altro

## **1.1 Approccio neurocognitivo al processo del self-recognition**

Per self-recognition s'intende la capacità dell'individuo di riconoscersi come tale. Quando parliamo di autoriconoscimento, la prima intuizione è che sia un processo avente a che fare con il riconoscere il nostro volto, o altri lineamenti che ci caratterizzano, come accade nel caso in cui ci si guarda allo specchio. Per tale motivo il "riconoscimento allo specchio" è stato per lungo tempo considerato un punto di riferimento nell'identificazione di sé (Rochat, 2002; Suddendorf & Whiten, 2001). Già nel 1889, Preyer utilizzò tale metodo per valutare lo sviluppo cognitivo in generale, e il concetto di sé in particolare, notando che "il comportamento del bambino verso la propria immagine riflessa nello specchio mostra inequivocabilmente la graduale crescita dell'autoconsapevolezza" (Preyer, 1889). Questa capacità di riconoscere la propria immagine riflessa è stata individuata soltanto negli umani, negli scimpanzé (Povinelli et al., 1997; Gallup, 1970), e negli orangotango (Lethmate & Ducker, 1973). Tale osservazione ha indotto Gallup (1977) a concludere che il riconoscimento di sé si basa su un senso di identità e, dunque, che sia un'abilità indicativa di un concetto di sé sottostante. A focalizzare la propria attenzione sull'identificazione di sé allo specchio, sono stati soprattutto vari studiosi dello sviluppo (Marsh, Ellis, & Craven, 2002; Johnson, 1983; Lewis & Brooks, 1978; Bertenthal & Fischer, 1978; Schulman & Kaplowitz, 1977; Amsterdam, 1972; Preyer, 1889), i quali hanno dimostrato l'emergere di comportamenti indicanti l'esplicita consapevolezza di sé già in bambini di 14-18 mesi; periodo che coincide con l'inizio dell'uso dei pronomi personali "io" e "me". Il principale strumento utilizzato per valutare il "riconoscimento allo specchio" nei neonati, è stato quello definito "compito marchio" durante il quale i bambini sono contrassegnati da una macchia sulla faccia e in seguito esposti allo specchio. La premessa di quest'operazione è che, se il neonato identificherà l'immagine riflessa come propria, reagirà toccandosi ed esplorando il proprio volto.

Tuttavia, oggi sappiamo che il riconoscimento di sé allo specchio è solo un particolare aspetto del modo in cui si riconosce il proprio corpo; osservare la propria immagine riflessa, infatti, non è rappresentativo del modo in cui percepiamo e riconosciamo il nostro corpo e le nostre azioni (Knoblich, 2002). Una ricerca del 2002 supporta l'ipotesi che la capacità di discriminare il sé dall'altro si sviluppa molto prima di saper riconoscere la propria immagine allo specchio (Rochat & Striano, 2002). Rochat e Striano (2002) hanno scoperto che bambini già a 4 mesi di età sembrano percepire e agire diversamente quando posti di fronte all'immagine allo specchio di se stessi o di un'altra persona (lo sperimentatore) che li imita: i bambini sorridono di più e guardano per maggior tempo il

volto altrui rispetto al proprio. Poiché i bambini sono soliti guardare più a lungo gli stimoli nuovi rispetto a quelli già noti (Harel et al., 2010; Fants, 1964), si presume che le immagini raffiguranti il corpo degli altri, sono percepite come qualcosa di nuovo rispetto agli stimoli raffiguranti il proprio corpo. Questa evidenza suggerisce che già a 3-4 mesi di età i bambini hanno acquisito un certo livello di conoscenza della loro immagine corporea e che, quindi, sono in grado di discriminare la propria immagine da quella di un altro sconosciuto. Marsh et al. (2002) suggeriscono, invece, che bambini di 18 mesi possono riconoscersi allo specchio ma non possedere altri aspetti riguardanti il sé che invece emergeranno non prima dei 5-6 anni (Legrand, 2006; Gallagher, 2005; Sui & Zhu, 2005; Botvinick, 2004; Halpin, Puff, Mason, & Marston, 1984).

Sebbene lo sviluppo della consapevolezza di sé sia stato un tema centrale nell'approccio psicologico alla coscienza, è stato trascurato, invece, dagli approcci neuroscientifici.

La definizione del concetto di Sé e dei circuiti neurali sottostanti alla formazione della consapevolezza del Sé, sono oggetto di attuale dibattito nelle neuroscienze.

Il Sé è contraddistinto da vari aspetti che lo riguardano, come: la voce, il volto, il corpo e i pensieri, appartenenti ad uno stesso individuo. Per quanto concerne le basi neurali sottostanti il sé, uno studio sui potenziali evocati ha rilevato un aumento dell'attività delle cortece frontali dell'emisfero destro sia in seguito alla visione del proprio nome, rispetto a nomi altrui, che alla presentazione di affermazioni vere riguardo a se stesso (es. nome e luogo di nascita), piuttosto che di notizie false (Fischler et al., 1987; Fischler et al., 1984). Uno studio di Preilowski (1977) ha rilevato che la conduttanza cutanea, in soggetti split brain (ovvero con corpo calloso reciso in una certa misura), era maggiore e più persistente in risposta alla visione del proprio volto rispetto a quello di soggetti sconosciuti, amici o parenti. Nello specifico, Preilowski (1977) esaminando due pazienti split brain attraverso il metodo "Z-lens" (adoperato per restringere il complesso input visivo a un solo emisfero) (Zaidel, 1979, 1975), ha scoperto che entrambi mostravano un aumento della risposta galvanica cutanea (GSR) quando erano proiettate immagini dei propri volti all'emisfero destro.

Anche Keenan et al. (2000b) hanno proposto come fondamentale per il compito di self-recognition l'emisfero destro, e in particolare la corteccia prefrontale destra. In uno studio comportamentale, in cui i soggetti vedevano sequenze digitali di figure e in cui dovevano indicare, premendo un bottone, se giudicassero queste relative a sé o no, è stato rilevato che i partecipanti erano più propensi a identificare l'immagine come propria quando rispondevano con la mano sinistra. Keenan et al. (2000b) hanno, quindi, concluso che

l'emisfero destro, che controlla la mano sinistra, è specializzato nell'elaborazione delle immagini proprie (Platek et al., 2004; Keenan et al., 2003; Kircher et al., 2000; Keenan et al., 2000a).

Markowitsch et al. (1993, 1997) si sono invece occupati della memoria episodica autobiografica, descrivendo pazienti che riportavano un deficit in questa funzione, in assenza di altri deficit cognitivi. È stato dimostrato che le lesioni di questi ultimi coinvolgevano: la corteccia prefrontale dorso laterale destra, la prefrontale polare destra e le regioni temporali anteriori. Fink et al. (1996) hanno, inoltre, rilevato che si osserva attivazione di regioni prefrontali e cingolate destre anche durante l'ascolto di memorie autobiografiche personali.

Miller et al. (2001) hanno osservato come soggetti affetti da demenza frontotemporale, con ipofunzione dell'emisfero destro presentino marcati cambiamenti nei tratti di personalità e nelle proprie preferenze.

Devinsky (2000) sostiene che l'emisfero destro sia fondamentale per generare un senso di sé fisico ed emotivo e cita esempi di deficit, prodotti dalle lesioni di quest'emisfero, che provocano una compromissione del senso di sé: lesione parietale destra (neglect, anosognosia), lesione temporoparietale destra (deficit relativi all'orientamento topografico), lesione frontotemporale destra (deficit nel controllo dell'impulso), lesione frontale destra (deficit nel comportamento sociale, nel rispetto di sé e dell'altro, nell'"io" sociale).

Molti dati neuropsicologici supportano, quindi, l'ipotesi che possa esistere uno specifico ruolo del network fronto-parietale nel mantenimento dell'integrità del sé (Chaminade & Decety, 2002; Feinberg, 2001; Haxby et al., 2001). A sostegno di ciò vi sono ricerche che dimostrano come l'anestesia applicata a quest'area provochi un'immediata interruzione nel riconoscimento del proprio volto (Decety & Sommerville, 2003). E' pure interessante notare come non solo la percezione del proprio viso ma anche della propria voce (Nakamura et al., 2001) e di altri stimoli riguardanti il sé (Devue et al., 2007; Jeannerod, 2004; Keenan et al., 2003), attiva le regioni frontali destre. Alcuni studiosi hanno suggerito che i networks frontoparietali sono specificamente coinvolti nella consapevolezza interpersonale e nella differenziazione sé-altro (Molnar-Szakacs et al., 2004; Decety & Sommerville, 2003; Miller et al., 2001). Disfunzioni in quest'area sono collegate ad anomalie nella consapevolezza dell'azione e a deficit di automonitoraggio (Frith et al., 2000a, b). A questo proposito è interessante notare che i neuroni specchio ("mirror neurons"), che possiedono la proprietà di attivarsi sia durante l'osservazione dell'azione

sia durante l'esecuzione di quest'ultima, sarebbero stati trovati proprio nell'area frontale (F5) e parietale (PF) del cervello delle scimmie (Buccino et al., 2004; Carr et al., 2003; Povinelli et al., 1997; Inoue-Nakamura, 1997; Gallese et al., 1996; Rizzolatti et al., 1996; Gallup, 1982). Omologhe aree nel cervello umano, che includono il giro frontale inferiore (BA 44) e il lobulo parietale inferiore (BA 40), mostrano pure proprietà "specchio"; queste aree sono reclutate sia durante l'osservazione sia l'imitazione dei movimenti della mano (Molnar-Szakacs et al., 2004; Iacoboni et al., 1999), e dell'espressione facciale dell'emozione (Carr et al., 2003). Queste aree specchio, situate nella zona frontoparietale, s'ipotizza siano parte di un sistema di corrispondenza osservazione dell'azione/esecuzione, sottostante la comprensione dell'azione (Decety et al., 2002; Iacoboni et al., 1999). Recentemente, Buccino et al. (2004) hanno riportato la sorprendente constatazione che mentre le regioni parietali sinistre nel cervello degli esseri umani si attivano indipendentemente dalla specie che svolge l'azione, l'attivazione di quelle parietali destre è più forte durante l'osservazione dell'azione di un soggetto della stessa specie. Questa evidenza suggerisce un possibile meccanismo specchio parietale destro che rileva una corrispondenza tra uno stimolo esterno e sé.

L'ipotesi della specializzazione dell'emisfero destro nel self-recognition non è però universalmente accettata. Alcuni studi suggeriscono un coinvolgimento dell'emisfero sinistro o addirittura bilaterale (Turk et al., 2002, 2003). Si pensi ai lavori di Sperry et al. (1979) riguardanti le capacità degli emisferi sconnessi nel rispondere a immagini relative al proprio corpo. Gli autori (1979) sono giunti a risultati diversi rispetto a quelli trovati da Preilowski (1977), rilevando che i pazienti split brain non avevano nessuna difficoltà a riconoscere ritratti di se stessi né con l'emisfero sinistro né con quello destro. Inoltre, uno studio di risonanza magnetica funzionale (fMRI) di Kircher et al. (2001), ha rilevato un'elevata ossigenazione del sangue durante la visione di immagini proprie da parte dei soggetti, nel sistema limbico destro, nella parte prefrontale sinistra e nella corteccia temporale superiore sinistra.

Le incongruenze nei risultati potrebbero essere attribuite a differenze nelle metodologie adottate e nei compiti di controllo utilizzati (Gillihan & Farah, 2005; Kircher et al., 2001; Keenan et al., 2000b). La revisione della letteratura mostra, quindi, che la questione della lateralizzazione è ancora aperta.

### *1.1.1 Substrato anatomico del self-recognition negli adulti*

Il riconoscimento del “proprio corpo” da parte degli esseri umani, è stato oggetto di lunghe indagini a partire dal lavoro pionieristico di Zingerle (1913; Frassinetti et al., 2008, 2009, 2010; Blanke, Landis, Spinelli, & Seeck, 2004; Decety & Sommerville, 2003; Happé, 2003; Jeannerod, 2003; Knoblich, 2002). Diversi studi di stimolazione magnetica transcranica e di risonanza magnetica funzionale (Urgesi, Candidi, Ionta, & Aglioti, 2006; Gillihan et al., 2005; Urgesi, Berlucchi, & Aglioti, 2004; Downing, Yuhong, Shuman, & Kanwisher, 2001), hanno rilevato consistenti prove riguardanti una distinta rappresentazione cerebrale del corpo umano e delle sue parti, rispetto ad altre categorie di stimoli.

Oggi è noto, grazie a diversi studi comportamentali e di neuroimaging, che la capacità di distinguere il “sé” dall’ “altro” è ben accertata negli adulti sani (Frassinetti et al., 2009, 2010; Morita et al., 2008; Frassinetti, Maini, Romualdi, Galante, & Avanzi, 2008; Jeannerod, 2003; Decety & Sommerville, 2003). I soggetti adulti, infatti, elaborano il proprio volto o il proprio corpo in modo indipendente rispetto al modo in cui processano stimoli riguardanti l’altro (Frassinetti et al., 2010; Devue et al., 2007; Nelson, 2001), rivelando tra l’altro un *vantaggio del sé* (cosiddetto “self-advantage”) ovvero una facilitazione nel processare stimoli riguardanti il proprio corpo piuttosto che quello altrui (i soggetti si mostrano più veloci ed accurati) (Aranda, Ruz, Tudela, & Sanabria, 2010; Daprati, Wriessnegger, & Lacquaniti, 2007; Knoblich & Flach, 2003). Tale agevolazione può essere dimostrata sottoponendo l’individuo a un compito di *riconoscimento implicito del sé* durante il quale deve svolgere una prova di collegamento al campione (matching-to-sample) con fotografie di parti del corpo (mani, gambe, braccia e piedi) proprie e altrui, presentate tramite computer (Frassinetti et al., 2008). Tre stimoli dello stesso tipo sono presentati allineati verticalmente al centro di un monitor. Il compito consiste nell’individuare quale, tra la figura posta in alto o in basso, è uguale a quella presentata al centro che funge da stimolo di confronto. Il compito è implicito, in quanto, non è richiesto di identificare quale tra le parti del corpo siano le proprie.

Si formula l’ipotesi che la facilitazione a elaborare le proprie parti del corpo rispetto a quelle altrui nel compito implicito, derivi da una perfetta corrispondenza tra lo stimolo corporeo osservato e una sua mappatura sulla rappresentazione senso-motoria del corpo (Frassinetti et al., 2008, 2009, 2010). Il riconoscimento esplicito del proprio corpo richiederebbe invece un processo cognitivo differente, che non elicitava la natura motoria del sé e di conseguenza non consente al self-advantage di emergere. A conferma di tali ipotesi,

vi è uno studio di Ferri et al. (2011) svolto allo scopo di verificare se la simulazione motoria possa spiegare il manifestarsi del self-advantage e se tale vantaggio emerga anche a seguito di un compito di riconoscimento esplicito. Per verificare la prima ipotesi, gli studiosi hanno sottoposto un gruppo di soggetti neurologicamente sani a un compito di giudizio di lateralità (destra o sinistra), durante il quale venivano presentate mani (proprie o altrui) con diversi orientamenti. Inoltre, è stato condotto un secondo esperimento in cui sono stati usati gli stessi stimoli del primo, ma è stato richiesto ai soggetti di discriminare esplicitamente le proprie mani rispetto a quelle delle altre persone. È stato utilizzato il compito della lateralità perché è ben noto che per eseguire il compito, il partecipante deve simulare una rotazione motoria di una propria parte del corpo per farla corrispondere allo stimolo osservato (Ionta et al., 2007; Parsons, 1994). Si era ipotizzato che la sentenza di lateralità sarebbe stata più facile quando lo stimolo visualizzato era la propria mano; solo in questo caso, infatti, vi sarebbe stata una perfetta corrispondenza tra lo stimolo osservato e la mano mentalmente ruotata. Nel caso in cui l'ipotesi si fosse rivelata vera, si sarebbe avuta dimostrazione dell'importanza, in un compito di riconoscimento implicito, della rappresentazione visuo-motoria del proprio corpo. I risultati hanno mostrato che i soggetti presentano self-advantage nel compito di giudizio di lateralità (riconoscimento implicito) ma non nel secondo (riconoscimento esplicito). Il self-advantage implicito, rivelato dal compito di corrispondenza visiva, deriva quindi da una combinazione d'informazioni: visive, somatosensoriali, propriocettive e motorie. Diversamente da quanto accade nel compito di riconoscimento esplicito, in cui il partecipante si concentra esclusivamente sui riferimenti visivi cruciali per lo svolgimento del compito (Frassinetti et al., 2008, 2009, 2010).

I dati derivanti da studi neuropsicologici e di neuroimaging suggeriscono, come citato precedentemente (Platek et al., 2004; Keenan et al., 2003; Devinsky, 2000; Kircher et al., 2000; Keenan et al., 2000a), un privilegiato coinvolgimento dell'*emisfero destro* nel processo di self-recognition degli adulti, nello specifico del network fronto-parietale (Feinberg & Keenan, 2005; Decety & Chaminade, 2003; Miller et al., 2001).

Recenti studi di Frassinetti et al. (2008, 2010), nei quali è stato usato un compito di riconoscimento implicito del sé, hanno mostrato che solo pazienti adulti con lesione circoscritta all'emisfero cerebrale destro (da ora in poi RBD), e non a quello sinistro (LBD), perderebbero la capacità di identificare parti del proprio corpo. I ricercatori (2008, 2010) hanno, però, evidenziato come gli stessi pazienti mantengano il vantaggio del sé preservato durante il riconoscimento di proprie parti del viso, fornendo così un'iniziale

evidenza di una rappresentazione modulare del sé corporeo. L'analisi delle lesioni dei pazienti RBD reclutati per l'esperimento, ha indicato, inoltre, che l'elaborazione di "parti del proprio corpo" è sottesa da uno specifico network che, nello specifico, coinvolge le aree frontale e parietale, confermando, dunque, l'ipotesi che la corteccia parietale inferiore destra, congiuntamente con la corteccia prefrontale, possa essere fondamentale nella discriminazione sé/altro (Decety & Sommerville, 2003). E' stato dimostrato a questo proposito che un'attivazione del lobo parietale inferiore destro correla con il senso soggettivo di proprietà di esecuzione dell'azione (Kammers et al., 2009; De Vignemont; 2007; Dijkerman et al., 2007; Farrer et al., 2003); la sua diretta stimolazione corticale induce nei pazienti neurologici un'esperienza di dissociazione (Ehrsson, 2007; Blanke, Ortigue, Landis, & Seeck, 2002).

Altri studi hanno, invece, dimostrato l'importanza del coinvolgimento delle aree temporo-parietali nel riconoscimento del sé (Kammers, 2008; Sugiura et al., 2006, 2005; Feinberg, 2005; Kelley et al., 2003; Keenan et al., 2001; Keenan et al., 2000).

In uno studio di fMRI (Sugiura et al., 2006), in cui sono stati usati stimoli raffiguranti il volto e tutto il corpo di sé e dell'altro, è stato scoperto che la corteccia frontale e parietale destra e l'occipito-temporale ventrale bilaterale esibiscono un'attivazione maggiore per il sé in generale, mentre la corteccia occipitale ventrale sinistra (giro fusiforme) la esibisce, sempre riguardo a sé, per il volto ma non per il corpo.

### *1.1.2 Substrato anatomico del self-recognition nei bambini*

La capacità di distinguere il Sé dall'Altro, è stata anche indagata rispetto ai bambini, esaminando se il substrato neurale di tale abilità sia in loro similmente lateralizzata come negli adulti. Un importante contributo in tal senso deriva da uno studio condotto da Frassinetti et al. (2012), che ha coinvolto 57 soggetti con sviluppo sano e 17 con danno cerebrale unilaterale (destra o sinistro), dai 4 ai 17 anni, e in cui il riconoscimento del sé corporeo è stato misurato implicitamente attraverso un compito di collegamento al campione. Dalla ricerca (Frassinetti et al., 2012) è emerso che la capacità di identificare il proprio corpo è presente, in bambini con normale sviluppo, fin dai quattro anni di età e che i suoi correlati neurali sono, durante questa fase della vita, solo parzialmente assimilabili a quelli trovati negli adulti (Frassinetti et al., 2008). L'emisfero destro, infatti, come in età adulta, è specializzato nell'elaborazione di parti del "proprio" corpo mentre l'emisfero sinistro risulta specializzato nell'elaborazione delle parti del corpo degli "altri"

(correlazione che non sembra sussistere nella maturità). Diversi sono i risultati del lavoro svolto da Sui e Zhu (2005), che hanno dimostrato che il self-advantage è presente in bambini di cinque e non di quattro anni. Nello specifico, lo studio è consistito nel chiedere a bambini di età compresa tra i 4 e i 5 anni di studiare una lista di immagini (raffiguranti oggetti colorati), associate a fotografie del volto proprio o altrui. I risultati emersi hanno rivelato che solo i bambini di cinque anni, nel richiamo libero incidentale, sono più accurati nel richiamare oggetti associati a immagini del volto proprio piuttosto che di altri. La ricerca di Frassinetti et al. (2012) ha messo, inoltre, in evidenza che i bambini sani mostrano il self-advantage sia per il corpo sia per il volto.

I risultati ottenuti dallo studio (Frassinetti et al., 2012) supportano, infine, l'ipotesi che l'elaborazione di parti del proprio corpo e l'elaborazione di parti del corpo altrui sono processi differenti sostenuti da substrati cerebrali diversi. È stata, infatti, trovata una doppia dissociazione: i piccoli pazienti RBD erano compromessi per quel che riguarda il riconoscimento delle parti del proprio corpo ma non per quelle delle altre persone (mostrando quindi uno svantaggio del sé), mentre i pazienti LBD erano compromessi per quel che riguarda l'elaborazione delle parti del corpo di altri ma non delle proprie. Parti del corpo di sé o di altri sono, dunque, elaborate da differenti network neurali che possono essere selettivamente danneggiati a seguito di una specifica lesione cerebrale, come anche supportato da studi neuropsicologici sugli adulti (Frassinetti et al., 2008, 2009, 2010).

Il network deputato all'elaborazione del sé nei bambini, sarebbe il medesimo di quello degli adulti ovvero il fronto-parietale (Frassinetti et al., 2012). E' da notare come una lesione di quest'ultimo comporti nei piccoli non solo una perdita del vantaggio del sé ma addirittura uno svantaggio. Tale risultato, insieme alla constatazione che l'elaborazione di parti del corpo di altri è compromessa nei pazienti LBD, è solo parzialmente coerente con i risultati comportamentali ottenuti rispetto al cervello danneggiato degli adulti (Frassinetti et al., 2008; Frassinetti et al., 2012). Pazienti adulti RBD (tra i 55 e i 77 anni) non mostrano infatti uno svantaggio del sé ma piuttosto una perdita del vantaggio e sono compromessi nel processare sia stimoli del sé che di altri quando confrontati con controlli sani (Frassinetti et al., 2008). I pazienti LBD (range 53-80 anni), invece, confrontati con i controlli sani, si comportano entro i limiti della normalità (Frassinetti et al., 2008). Per spiegare la discrepanza, tra bambini e adulti, vi sono almeno due possibili spiegazioni: la prima è che uno specifico modulo per riconoscere parti del corpo di "altri" sia funzionale solamente durante lo sviluppo, scomparendo non appena il cervello raggiunge la piena maturazione. La funzionalità temporanea di tale modulo, sarebbe relativa alla necessità di

acquisire pienamente la capacità di distinzione sé/altri. Questa ipotesi (Frassinetti et al., 2012) spiegherebbe la performance danneggiata dei bambini LBD con stimoli del corpo di altri e lo svantaggio del sé nei bambini RBD. Riguardo a quest'ultimo caso, infatti, se l'elaborazione degli stimoli propri è danneggiata ma il modulo per riconoscere parti del corpo di altri è funzionalmente intatto nell'emisfero sinistro, l'elaborazione degli stimoli propri sarà peggiore rispetto agli stimoli degli altri. Negli adulti RBD tale svantaggio non è presente poiché la capacità di elaborare stimoli di altri non è lateralizzata nell'emisfero sinistro intatto (prova di ciò è una performance danneggiata, di questi pazienti, nell'elaborare stimoli propri e di altri rispetto ai controlli sani) (Frassinetti et al., 2008). Vi è quindi una maggiore lateralizzazione dell'elaborazione del corpo proprio e degli altri nell'infanzia piuttosto che nell'età adulta.

La seconda possibilità riguarderebbe invece la differente localizzazione delle lesioni dei pazienti presi in considerazione nei due studi (Frassinetti et al., 2012; Frassinetti et al., 2008). Le lesioni negli adulti erano, infatti, più anteriori rispetto a quelle nei bambini. Si ritengono dunque necessari ulteriori studi neuro-anatomici in proposito al fine di un maggiore approfondimento.

E' infine interessante notare che, sempre nello studio di Frassinetti et al. (2012), la doppia dissociazione sé/altro, è stata riscontrata per parti del corpo ma non per parti del viso; i piccoli pazienti RBD erano, infatti, compromessi nell'elaborazione del proprio corpo ma non del proprio viso, così come i pazienti LBD lo erano per parti del corpo di altri ma non per il viso di altri. Ciò apre la possibilità di moduli indipendenti e funzionalmente lateralizzati per l'elaborazione di ciascuno di questi elementi (Schwarzlose, Baker, & Kanwisher, 2005). A favore di tale ipotesi, vi sono recenti studi di fMRI (Peelen & Downing, 2007) che hanno fornito elementi di prova riguardo l'esistenza di due aree selettive per corpo o viso: EBA (zona del corpo extrastriata, selettiva per il corpo) e FBA (zona del corpo fusiforme, selettiva per il volto). La doppia dissociazione può, inoltre, suggerire che la processazione di elementi relativi al volto sia più semplice; ciò dovuto principalmente al fatto che, dal punto di vista dello sviluppo, il riconoscimento del volto è sicuramente più importante del riconoscimento di mani e piedi, poiché è guardando il volto delle persone che si prendono cura di lui che il bambino impara a riconoscerle.

## **1.2 Riconoscimento degli stimoli sociali: volto e corpo**

Il volto e il corpo sono le configurazioni-stimolo più importanti per la specie umana. Fin dai primi giorni di vita, infatti, il bambino entra in relazione con il mondo esterno attraverso il volto della madre o di un altro adulto significativo. In seguito, il volto diverrà un'importante fonte di comunicazione degli stati emotivi; il bambino imparerà presto a riconoscere le espressioni facciali e il loro significato e a comportarsi di conseguenza. Il riconoscimento del corpo proprio e altrui, permetterà di distinguere il sé dall'altro, di formare il proprio schema corporeo e agire nel mondo circostante. Per tutti questi motivi, il volto e il corpo nel suo insieme, sono stati sino a oggi peculiari oggetti d'indagine. Di seguito, viene riportata una trattazione degli studi svolti in proposito.

### *1.2.1 Riconoscimento del volto*

Il volto umano è uno degli stimoli visivi più complessi e socialmente rilevanti cui siamo giornalmente sottoposti. I soggetti adulti sono in grado di riconoscerne migliaia, comprendendone tra l'altro dalla loro espressione, intenzioni ed emozioni. Questa capacità è di ovvia importanza per la vita sociale dell'individuo e per la sua sopravvivenza, di conseguenza è particolarmente sviluppata fin dai primi stadi dello sviluppo. È confermato come già durante i primi minuti di vita, il neonato presenta un innato orientamento preferenziale verso uno stimolo avente una configurazione simile ad un volto (Goren, Sarty, & Wu, 1975); egli gira la testa e segue con gli occhi, per un tratto maggiore, uno stimolo con simili caratteristiche piuttosto che un altro oggetto di pari complessità che non presenta lo schema tipico del volto (Farroni, Massaccesi, Menon, Johnson, 2007; de Haana, Johnsona, Maurerb, & Perrettc, 2001; Simion et al., 1998; Johnson, Dziurawic, Ellis, & Morton, 1991; Johnson & Morton, 1991; Morton & Johnson, 1991; Goren, Sarty, & Wu, 1975). Il termine "innato" fa riferimento al fatto che l'orientamento preferenziale per i volti, sarebbe dovuto all'esistenza di un meccanismo che contiene a priori informazioni sulla struttura e la posizione del viso e la cui funzione sarebbe, quindi, di orientare il piccolo verso stimoli visivi tipo la faccia. Johnson (2005) identifica questo meccanismo innato, utile per iniziare il processo di apprendere a discriminare e riconoscere volti diversi, nella via sottocorticale retino-collicolo-amigdala, attiva nell'adulto.

Bruce e Young (1986) propongono un modello che descrive le diverse operazioni coinvolte nel riconoscimento di un "viso noto" e gli stadi che in questo si susseguono:

- 1) elaborazione sensoriale visiva: il soggetto percepisce i dati sensoriali relativi al volto;
- 2) codifica strutturale: il soggetto produce due rappresentazioni distinte. La prima è una rappresentazione bidimensionale, che raccoglie e integra input quali: contorni, luminosità e tessitura. La seconda, invece, permette di cogliere le caratteristiche tridimensionali e le relazioni spaziali dello stimolo;
- 3) confronto con l'unità di riconoscimento dei volti: il soggetto confronta lo stimolo percepito con altri stimoli tridimensionali, contenuti in un magazzino in cui sono raccolte tutte le strutture percettive appartenenti ai volti conosciuti. Nel caso in cui il confronto risulta positivo, il volto percepito è classificato come “faccia già vista”, in caso contrario, il volto è classificato come “faccia nuova”;
- 4) attivazione del nodo di identità personale: il soggetto lega il volto riconosciuto come noto alle informazioni semantiche relative a quella persona (professione, stato sociale, eventuali esperienze vissute insieme a lui, ecc...);
- 5) attribuzione del nome: il soggetto attribuisce il nome al volto noto.

Questo modello permette di dedurre che il processo di riconoscimento di un volto noto non è un processo unitario (Bonner & Burton, 2004; Maurer, Le Grand, & Mondloch, 2002).

Per quanto riguarda il primo volto che il neonato impara a riconoscere, esso è senza dubbio quello della madre, data l'elevata frequenza d'interazione con quest'ultima. Diversi autori hanno dimostrato che già bambini di 2-4 giorni guardano preferenzialmente il volto della propria madre, rispetto a quello di un'estranea, anche nel caso in cui sono eliminati indizi uditivi, tattili e olfattivi, ben riconosciuti fin dalle primissime ore di vita (Pascalis et al., 1995; Bushnell et al., 1989). I risultati di vari studi (Pelphrey et al., 2002; Gauthier, Anderson, Tarr, Skudlarski, & Gore, 1999; Farah et al., 1998; Gauthier & Tarr, 1997; Bronson, 1990; Valentine, 1988; Diamond & Carey, 1986; Leahy, 1976; Maurer & Salapatek, 1976) mostrano che gli elementi distintivi in tale riconoscimento, non sono quelli interni al volto bensì quelli esterni quali la forma della massa dei capelli e la loro attaccatura; ciò sembra concordare con l'osservazione che i bambini, prima dei 2 mesi di età, non esplorano con movimenti oculari le caratteristiche interne di un viso. Tale fenomeno prende, invece, avvio dalle 6-8 settimane, momento in cui i bambini imparano a riconoscere il viso della madre, distinguendolo da quello di una sconosciuta, sulla base di parti interne come occhi, naso e bocca, e incominciano a sorridere in risposta a questo. Queste evidenze dimostrano come l'elaborazione del volto avvenga secondo precisi criteri, diversi da quelli normalmente utilizzati per altri tipi di stimoli come gli oggetti. Nello

specifico, è stato dimostrato (Pelphrey et al., 2002; Gauthier, Anderson, Tarr, Skudlarski, & Gore, 1999; Farah et al., 1998; Gauthier & Tarr, 1997; Bronson, 1990; Valentine, 1988; Diamond & Carey, 1986; Leahy, 1976; Maurer & Salapatek, 1976) come l'elaborazione sia legata all'identificazione delle componenti principali ("*local or featural information*") e all'analisi delle relative posizioni di questi elementi interni ("*global or configural information*").

Nessuna evidenza è stata fin'ora riscontrata per il riconoscimento preferenziale del volto paterno (Walton et al., 1992).

Uno studio di Yovel et al. (2005) ha rilevato come gli individui dimostrino tre *effetti comportamentali* durante la percezione di un volto, specifici per le facce e assenti per gli oggetti. Ciò dimostra come i volti costituiscano un elemento elaborato in modo indipendente. I tre effetti principali sono:

- 1) effetto inversione ("*inversion effect*"): la prestazione ad un compito di percezione visiva, da parte di un soggetto, subisce un rapido decremento quando vengono presentati volti capovolti piuttosto che oggetti capovolti.
- 2) effetto parte-tutto ("*part- whole effect*"): il riconoscimento di una parte del viso (es. bocca) migliora quando essa è stata precedentemente mostrata all'interno del volto, piuttosto che isolatamente.
- 3) effetto coerenza ("*composite effect*"): gli individui sono più lenti a identificare una delle due metà di una faccia chimerica quando essa è allineata con un'altra emifaccia incoerente, mentre sono più veloci quando essa è associata ad un'emifaccia coerente; ciò avviene anche nel caso in cui non è allineata con la metà target.

L'*effetto inversione* sembra comparire già intorno ai tre mesi di età (Haxby et al., 1999; Watson, 1996; Fagan, 1972). Verso le 14 settimane di vita il bambino, infatti, produce un numero maggiore di sorrisi e con latenza minore in risposta a volti orientati normalmente piuttosto che ruotati intorno ai 90° o 180° gradi.

La preferenza visiva per i volti (Goren, Sarty, e Wu, 1975) e la precoce capacità di riconoscimento del volto (Walton & Bower, 1993) sono, dunque, presenti alla nascita. La capacità di riconoscere i singoli volti mostra un significativo cambiamento dopo la fine del secondo mese di vita. A 6 mesi, i neonati mostrano potenziali cerebrali evento-correlati differenti di fronte a volti conosciuti vs sconosciuti (de Haann & Nelson, 1997, 1999).

Lo studio comportamentale di Shepherd (1981) suggerisce che le parti salienti per il riconoscimento del volto sono, in ordine di importanza: gli occhi, la bocca e il naso. Lavori

che registrano ERP intracranici a seguito della presentazione di stimoli del volto, hanno trovato un'ampiezza degli ERP decrescente nello stesso ordine (Allison, Puce, Spencer, & McCarthy, 1999; McCarthy, Puce, Belger, & Allison, 1999). Studi di scansione degli occhi negli esseri umani (Yarbus, 1967) e nelle scimmie (Nahm, Perret, Amaral, & Albright, 1997), indicano che gli occhi e i capelli (o la fronte) sono scansionati con maggiore frequenza rispetto al naso. I bambini, poi, tendono a concentrarsi solo sugli occhi anziché sulla bocca (Haith, Bergman, & Moore, 1979).

Molte conoscenze sono state acquisite circa i sistemi neurali che sottostanno al riconoscimento del volto negli esseri umani e nei primati. Nelle scimmie, i neuroni selettivi per il volto sono stati trovati nelle aree temporali inferiori, nell'area sensoriale temporale superiore, nell'amigdala, nello striato ventrale (che riceve input dall'amigdala) e nella convessità inferiore (O'Scalaidhe, Wilson, & Goldman-Rakic, 1997; Wilson, O'Scalaidhe & Goldman-Rakic, 1993; Williams, Rolls, Leonard, & Stern, 1993; Rolls, 1984, 1992; Baylis, Rolls, & Leonard, 1987; Leonard, Rolls, Wilson, & Baylis, 1985; Desimone, Albright, Gross, & Bruce, 1984). Negli studi di risonanza magnetica funzionale sul riconoscimento del volto nei bambini (Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski, & Gore, 1999; Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; McCarthy, Puce, Gore, & Allison, 1997), è stata rilevata l'attivazione del giro fusiforme, soprattutto dell'emisfero destro. Si attiverrebbe, dunque, una rete di aree cerebrali che si sovrappone in larga parte a quella delle aree attivate dall'elaborazione dei volti nell'adulto e che include la FFA cioè le aree infero-temporali (Tzourio-Mazoyer et al., 2002).

Nonostante la precocità di comparsa dell'abilità di riconoscere i volti e nonostante la rilevazione di un pattern di lateralizzazione tipico dell'adulto, non si deve però pensare che il riconoscimento dei volti nell'infanzia sia uguale a quello di soggetti più grandi; tale capacità, infatti, insieme a quella di interpretarne le espressioni, continua a maturare anche in età scolare, se non addirittura preadolescenziale (Le Grand et al., 2003).

### *1.2.2 Basi neurali del riconoscimento del volto*

Le neuroscienze si sono interrogate su quali circuiti siano responsabili dell'elaborazione dello stimolo "volto". A tale proposito, è stata avanzata un'ipotesi di ricerca denominata "Ipotesi Dominio-Specifica" (Schwarzlose, Baker, & Kanwisher, 2005; Yovel & Kanwisher, 2004; Kobatake & Tanaka, 1994; Perrett et al., 1986; Diamond & Carey, 1986; Gross et al., 1972), che parte dal presupposto che una funzione complessa come quella del

riconoscimento dei volti sia implementata in una rete corticale specifica, non condivisa, o condivisa in minima parte, con altre funzioni cognitive. I volti sarebbero elaborati da un sistema “specifico” separato da quelli che elaborano e permettono il riconoscimento degli oggetti (Schwarzlose, Baker, & Kanwisher, 2005). Le prime prove a sostegno dell’ipotesi dominio specifica, derivano da evidenze neuropsicologiche concernenti la prosopagnosia (Barton, 2008), ovvero quel disturbo che comporta l’incapacità selettiva di riconoscere i volti di persone familiari, che solitamente si presenta a seguito di lesioni temporo-occipitali bilaterali. La selettività del disturbo consiste nella compromissione della percezione del volto; in questi soggetti, infatti, rimane intatta la capacità di riconoscere le persone da altri input sensoriali come ad es. la voce, i gesti, ecc... Intatta rimane pure la capacità di riconoscere gli oggetti.

Il contributo della neuroanatomia funzionale ha permesso di localizzare i circuiti neurali deputati al riconoscimento del volto. Una delle prime ricerche di fMRI, condotte in tal senso, ha evidenziato l’attivazione del giro fusiforme (Clark et al., 1996). Studi di Haxby et al. (2001) hanno evidenziato che la percezione del volto coinvolge un circuito in grado di percepire le caratteristiche fisiche del volto e inferire indicazioni sulle espressioni facciali associate alle emozioni, oltre che informazioni semantiche rispetto alla persona di cui si osserva il volto. Tale circuito è costituito da tre regioni bilaterali della corteccia extrastriata occipito-temporale: il giro occipitale inferiore (OFA), il giro fusiforme, e il solco temporale superiore sinistro. Il giro occipitale inferiore si attiva per le caratteristiche fisiche del volto; il giro fusiforme, in cui è contenuta la FFA (Face Fusiforme Area), si attiva per l’identificazione del volto, ed infine il solco temporale superiore sinistro appare coinvolto nell’analisi di aspetti quali: la direzione degli occhi, l’espressione e il movimento delle labbra. Altri nodi rilevanti nella percezione del volto sono: l’amigdala e l’insula (per le espressioni facciali) e il giro frontale inferiore (per gli aspetti semantici) (Ishai, 2008). Alcuni studi di fMRI (Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2002; Nelson, 2001; Gauthier, Skudlarski, Gore, & Anderson, 2000; Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski, & Gore, 1999; George et al., 1999; Sergent, Ohta, MacDonald, & Zuck, 1994; Sergent, Ohta, & MacDonald, 1992) hanno sottolineato l’importanza dell’area fusiforme del volto (FFA), che risponde ai volti in modo relativamente selettivo più che ad altri stimoli visivi. Questa regione, infatti, si attiverebbe più di tutte le altre. La FFA è bilaterale ma si attiva maggiormente nell’emisfero destro. Uno studio svolto da Yovel e Kanwisher (2004) ha fornito prove in tal senso. Un caso documentato da Rossion et al. (2003), di un paziente prosopagnosico, ha evidenziato l’importanza dell’OFA ai fini di un corretto funzionamento

della FFA. Egli, infatti, presentava incapacità a riconoscere volti familiari pur avendo entrambe le FFA intatte; ciò che lo caratterizzava era un Occipital Face Area non attiva. La specificità della FFA per la percezione dei volti è strettamente collegata al disturbo prosopagnosico.

Un lavoro di Liu et al. (2003), si è posto l'obiettivo di indagare quali proprietà del volto sono importanti per l'attivazione della FFA. A tal proposito, i ricercatori hanno voluto studiare diversi aspetti delle facce, quali: 1) la presenza di specifiche parti (occhi, naso, bocca); 2) la peculiare configurazione (ovvero la classica collocazione a "T" degli elementi principali); 3) la forma (contorno ovale con capelli in cima e ai lati). Ai fini dell'analisi, tali aspetti sono stati variati ortogonalmente. I risultati hanno mostrato che la FFA sembra rispondere a tutti e tre gli aspetti. A conferma di tale esito, una ricerca di Kanwisher et al. (2006) ha dimostrato come la FFA risponda sia alle diverse parti del volto (shaping) sia alla loro configurazione (spacing).

### *1.2.3 Deficit nel riconoscimento del volto familiare: prosopagnosia*

La prosopagnosia è un disturbo raro caratterizzato dall'impossibilità di riconoscere volti familiari su presentazione visiva. Il soggetto può non riconoscere persino volti come quello del partner o addirittura la propria immagine riflessa in uno specchio. Il riconoscimento è invece immediato quando ci si basa su altri aspetti, come ad es.: il suono della voce, il modo di camminare, o la presenza di altre caratteristiche specifiche come occhiali, baffi ecc... I soggetti prosopagnosici possono però distinguere tra volti e altri oggetti visivi. Il riconoscimento degli oggetti è, infatti, preservato (Barton, 2003). Il danno cerebrale connesso a tale disturbo è di tipo occipito-temporale bilaterale o laterizzato a destra. L'area fusiforme del volto può essere risparmiata dalla lesione (giustificando così la capacità che resta ad alcuni di questi pazienti di discriminare volti da altri oggetti); mentre l'OFA (corteccia occipitale inferiore) è spesso lesa (Damasio, Damasio, & van Hoessen, 1982; Meadows, 1974).

Si distingue una forma <<apperceittiva>> in cui il soggetto è incapace di dare giudizi di tipo uguale/diverso su coppie di volti, e una <<associativa>> in cui c'è un deficit di riconoscimento delle identità individuali associate ai volti (Barton, 2003; de Renzi, Faglioni, Grossi, & Nichelli, 1991).

In generale, i pazienti prosopagnosici sono incapaci di stabilire se un volto è familiare oppure no. In alcuni di questi pazienti, tuttavia, sono stati rilevati segni di *riconoscimento*

*implicito* di volti familiari, che possono produrre una risposta autonoma (ovvero fisiologica) come l'aumento della conduttanza cutanea, in assenza di riconoscimento esplicito. È stato dimostrato (Berti, Frassinetti, & Umiltà, 1994; Berti & Rizzolatti, 1992) che il riconoscimento esplicito dell'identità e quello implicito della valenza emozionale di un volto, possono seguire vie cerebrali diverse a partire dalla corteccia visiva primaria. L'elaborazione implicita potrebbe seguire una via più <<dorsale>>, attraverso il solco temporale superiore, il lobulo parietale inferiore, il giro del cingolo e l'ipotalamo. L'elaborazione esplicita invece seguirebbe una via <<ventrale>> (danneggiata nella prosopagnosia) costituita da regioni del fascicolo longitudinale inferiore, aree visive occipitali, amigdala e ipotalamo. Queste due vie, coinvolte nell'elaborazione dei volti, sono distinte da quelle che partecipano all'identificazione degli oggetti.

#### *1.2.4 Riconoscimento del proprio volto*

Lo studio del Sé corporeo ha riguardato ampiamente anche la capacità di riconoscere il proprio volto. Pure in questo caso, è stato affermato il ruolo preminente dell'emisfero destro ed in particolare del network fronto-parietale.

Studi di Daprati (2000) su casi clinici hanno dimostrato come lesioni a questo sistema neurale causino incapacità a riconoscere se stessi allo specchio (mirror-sign). Anche Keenan et al. (1999; 2000) hanno dato prove del coinvolgimento preferenziale dell'emisfero destro nel riconoscimento del proprio volto. I ricercatori (Keenan et al., 1999; 2000) hanno sottoposto un gruppo di pazienti, cui era inibito farmacologicamente l'emisfero destro o sinistro, ad un compito in cui venivano mostrate foto di volti elaborate con la tecnica del "morphing" (consistente nella trasformazione fluida, graduale e senza soluzione di continuità di due immagini di forma diversa). Nello specifico, sono state mostrate foto realizzate "fondendo" i volti dei pazienti con quelli di personaggi famosi. Ai partecipanti alla ricerca era chiesto di ricordare le foto mostrategli durante l'inibizione dell'emisfero destro o sinistro. Terminato l'effetto dell'anestesia, i pazienti dovevano scegliere quale delle due foto era sta quella mostrata loro precedentemente. Le due foto tra cui il soggetto doveva scegliere erano: volto del paziente e volto del personaggio famoso; nessuna delle due, però, in precedenza mostrata. I risultati hanno rilevato che i soggetti con l'inattivazione dell'emisfero sinistro ritenevano che la foto presentatagli fosse quella del proprio volto, mentre quelli con l'inibizione dell'emisfero destro, pensavano fosse quella del personaggio famoso. A Keenan et al. (2000) si devono, inoltre, i primi tentativi di

indagare i correlati neurali del self-recognition in soggetti che non erano pazienti, utilizzando neuroimaging e tecniche psicofisiche. Gli studiosi hanno presentato foto modificate con la tecnica del morphing anche a 10 volontari sottoposti a stimolazione magnetica transcranica (TMS). I risultati hanno mostrato che i potenziali evocati prodotti dalla TMS erano significativamente maggiori nell'emisfero destro quando ai soggetti venivano mostrate foto contenenti elementi del proprio volto.

Un'ulteriore prova della localizzazione del riconoscimento del proprio volto nell'emisfero destro, deriva da studi di casi di identificazione delirante (errore nell'identificazione di sé allo specchio). Questi pazienti, infatti, presentano solitamente ingenti danni all'emisfero destro (Feinberg & Keenan, 2005; Breen et al., 2001; Feinberg, 2000; Spangenberg et al. 1998). Anche Platek et al. (2004; 2006) e altri (Devue et al., 2007; Sugiura et al., 2000, 2005) hanno pure dimostrato l'attivazione dell'emisfero destro durante la visualizzazione del proprio viso. Platek et al. (2004) hanno misurato la risposta del segnale BOLD (generato dal complessivo afflusso sanguigno cerebrale da parte delle grandi arterie e vene) durante la visione del proprio volto, del volto di uno sconosciuto, e del volto di un personaggio famoso, da parte dei soggetti. Essi hanno scoperto che quando si confronta l'attivazione cerebrale associata al guardare il proprio viso vs al guardare il viso di un personaggio famoso o nuovo, l'emisfero destro appare selettivamente attivo. Il riconoscimento del proprio volto attiva preferenzialmente il lobo frontale dell'emisfero destro.

Uddin et al. (2006) hanno mostrato come l'inibizione temporanea, provocata attraverso la rTMS (stimolazione magnetica transcranica ripetitiva), della corteccia parietale dell'emisfero destro, comporti una difficoltà a discriminare tra volto proprio e volto altrui. Anche Devue et al. (2007) hanno, infine, confermato il coinvolgimento dell'emisfero destro nell'elaborazione del proprio volto. Gli studiosi (Devue et al., 2007), contrapponendo il proprio volto a un volto familiare, hanno trovato attivazione del lobo frontale inferiore destro e dell'insula destra. Inoltre, hanno trovato attivazione delle regioni anteriori (frontale e mediale destro) nella discriminazione del proprio corpo rispetto al corpo di un altro. Essi hanno suggerito che le regioni anteriori servono a distinguere se stessi dagli altri mediante un livello superiore di elaborazione e forse mediante un livello astratto di conoscenza di sé.

### *1.2.5 Ruolo dell'esperienza nello sviluppo del riconoscimento dei volti*

Esistono diverse evidenze che provano il ruolo dell'*esperienza* ripetuta dell'osservazione dei volti, nel determinare lo sviluppo della capacità di riconoscerli. Studi di Le Grand et al. (2001) rilevano come soggetti nati con una densa cataratta bilaterale, rimossa entro i 2-6 mesi dalla nascita, dimostrano, dopo più di 9 anni di visione normale, un grave deficit nella distinzione di volti per la spaziatura di caratteristiche interne (ad esempio lo spazio tra gli occhi). Ciò indica che i circuiti neurali responsabili della capacità degli adulti di riconoscere i visi non sono pre-specifici ma richiedono un'appropriata esperienza visiva entro un determinato periodo di tempo (periodo critico), superato il quale non avviene più alcun recupero.

Le Grand et al. (2003) hanno, inoltre, evidenziato come solo l'emisfero destro sia in grado di utilizzare l'esperienza visiva precoce necessaria per sviluppare le capacità del riconoscimento dei volti nell'adulto. I due emisferi non sono, quindi, equipotenti. L'emisfero destro predomina precocemente in tale compito già in bambini di 4-5 mesi. I risultati evidenziano che una deprivazione precoce dell'ingresso visivo dell'emisfero destro danneggia lo sviluppo del sistema esperto per il riconoscimento dei volti, mentre una deprivazione dell'emisfero sinistro non ha questo effetto.

Man mano che il soggetto va crescendo, a un orientamento preferenziale verso il volto (de Haan et al., 2002), si aggiunge l'interesse per esso; nel momento in cui iniziano a spostarsi volontariamente, i bambini sono in grado di valutare dall'espressione del viso, l'intenzione di un soggetto o la pericolosità di una situazione (Slater & Butterworth, 1997).

Studi svolti su soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) suggeriscono come l'*interesse sociale* per i volti possa anch'esso giocare un ruolo fondamentale nello sviluppo della capacità di riconoscerli (Gessaroli et al., 2013; Johnson, 2005; Grelotti, Gauthier, & Shultz, 2002). Gli individui autistici, infatti, a causa della mancanza di attrattiva per tale stimolo sociale, presentano un deficit nel riconoscimento dei volti che esprimono emozioni e mostrano la stessa abilità mnemonica per visi e altri oggetti visivi, diversamente da quanto accade a soggetti con sviluppo tipico in cui la memoria è migliore nel primo caso (Hauck et al., 1998; Gauthier, Williams, Tarr, & Tanaka, 1998; Gauthier & Tarr, 1997; Tanaka & Gauthier, 1997).

I soggetti con ASD sembrano, inoltre, prestare più attenzione ai singoli elementi del volto (in particolar modo alla bocca), che al loro insieme e presentano un effetto d'inversione meno pronunciato. A sostegno dell'ipotesi per cui la mancanza d'interesse sociale per il viso, nei soggetti con ASD, comporterebbe un mancato sviluppo di un sistema esperto per

il riconoscimento dei volti, esistono studi di neuroimmagine (McPartland, 2011) che evidenziano come in queste persone si attivano, durante l'esecuzione di un compito di riconoscimento di volti, le stesse aree che nei soggetti normali sono coinvolte nel riconoscimento degli oggetti, ad esempio il giro temporale inferiore (Schultz et al., 2000). Il lavoro svolto da Critchley et al. (2000) conferma, inoltre, il risultato per cui nei soggetti con ASD sembra compromessa l'area fusiforme per le facce (FFA). L'attivazione anomala della FFA è stata associata con una mancanza di attivazione dell'amigdala in risposta alla presentazione di volti (Baron-Cohen et al., 1999); associazione ripetutamente proposta e spiegata con un precoce malfunzionamento della via sottocorticale di elaborazione delle facce retina-collicolo-amigdala. In attesa di ulteriori conferme in proposito, la ricerca evidenzia e ribadisce ripetutamente l'importanza del ruolo dell'esperienza nello sviluppo delle capacità di riconoscimento dei volti, e dell'esistenza di periodi critici entro cui questa debba essere vissuta.

### *1.2.6 Riconoscimento del corpo*

Il riconoscimento dello stimolo "corpo" solo di recente ha iniziato a essere oggetto di interesse da parte delle neuroscienze. Il corpus di ricerche svolte nell'ambito non è quindi consistente.

Gli studi neuropsicologici e neurofisiologici sostengono l'ipotesi di processi cognitivi e neurali differenti per la percezione dei volti e dei corpi (Schwarzlose, Baker, & Kanwisher, 2005; Yovel & Kanwisher, 2004). Tuttavia, il riconoscimento del corpo e quello del viso condividono alcuni aspetti comuni. Uno studio di Reed et al. (2003) ha, infatti, dimostrato l'esistenza di un "effetto d'inversione" simile per i due tipi di riconoscimento. Nello specifico, la visione di un corpo rovesciato ne compromette l'identificazione, proprio come avviene per un volto rovesciato.

Uno studio di Downing et al. (2001) ha evidenziato una regione focale della corteccia occipito-temporale nel rispondere in maniera elevata a immagini statiche del corpo e delle sue parti ed in maniera debole a volti, oggetti e parti di oggetti. La maggior attivazione si rileva anche in risposta a immagini del corpo stilizzate; indicando, dunque, che quest'area possiede una rappresentazione astratta del corpo. Per questa sua selettività è stata definita Extrastriate Body Area (EBA), ovvero Area Extrastriata del Corpo. Essa contiene sottopopolazioni neurali separate, selettivamente sensibili alle immagini delle proprie o altrui parti del corpo. Anche Urgesi et al. (2004) hanno, successivamente, indagato il ruolo

di quest'area attraverso la tecnica della stimolazione magnetica transcranica. I risultati del loro studio hanno suggerito come l'EBA sia necessaria per un corretto riconoscimento del corpo e delle sue parti. Myers e Sowden (2008), sulla base dei loro dati di neuroimaging funzionale (fMRI), hanno proposto che l'EBA possa svolgere un importante ruolo nella distinzione tra immagini di mani proprie e altrui.

Vicino all'EBA, è stata poi trovata un'altra regione visiva, MT, che risponde a stimoli in movimento piuttosto che stazionari (Frassinetti et al., 2009; Tootell & Taylor, 1995). Infine, nella stessa zona della corteccia extrastriata, è stata individuata una terza regione funzionale ovvero il complesso occipitale laterale (LO), che risponde a immagini di oggetti familiari e non familiari, compresi i corpi umani (Peelen et al., 2007; Sugiura et al., 2006; Kourtzi & Kanwisher, 2001; Grill-Spector et al., 1998a, b, 2001; Malach et al., 1995). Tali evidenze sono state confermate da uno studio svolto da Saxe et al. (2005), in cui si è rilevata appunto l'esistenza, nella corteccia umana temporo-occipitale laterale destra, di tre regioni funzionalmente e anatomicamente distinte che rispondono esclusivamente a immagini del corpo umano. Lo stesso studio (Saxe et al., 2005) ha, inoltre, messo in evidenza che l'EBA si attiva maggiormente nel caso di parti del corpo presentate in una prospettiva allocentrica. Una parte del corpo, come ad esempio un piede, si può osservare, infatti, o da una prospettiva egocentrica (quando si guarda cioè il proprio corpo, ad esempio la parte superiore del proprio piede o le dita dei piedi viste dall'alto), o da una prospettiva allocentrica (quando cioè si guarda il corpo di qualcun altro, ad esempio le dita del piede viste dal basso). Diverso è il caso delle altre due regioni, MT e LO, che non mostrano, invece, differenze di attivazione in base alle due prospettive.

Studi di fMRI (Peelen, Wiggett & Downing, 2006; Peelen & Downing, 2005, 2007; Schwarzlose et al., 2005), hanno, infine, offerto prove circa l'esistenza di un'altra regione specializzata per il corpo, localizzata nel giro fusiforme, ovvero Fusiform Body Area (FBA). Peelen e Downing (2007) hanno dimostrato come, sottoponendo i soggetti a fMRI, possano essere identificate due aree distinte, all'interno della FFA. Una è la FFA vera e propria, selettiva per i volti ma non per i corpi, l'altra è la FBA, che risponde a corpi senza volto, parti del corpo e rappresentazioni schematiche di quest'ultimo. Un lavoro di Taylor et al. (2007) ha permesso di evidenziare come l'EBA sia maggiormente selettiva per le parti del corpo senza volto mentre la FBA abbia un ruolo preminente nella formazione di una rappresentazione olistica del corpo.

### 1.3 Aspetti rilevanti nel self-recognition: stimoli sensoriali e movimento

La questione del Sé è stata uno dei temi più salienti e controversi di tutta la storia della filosofia e recentemente della psicologia (Northoff, 2004; Dalglish, 2004; Marcel, Lambie, 2004; Northoff & Bermpohl, 2004; Gallagher & Frith, 2003; Metzinger & Gallese, 2003; Damasio, 2003a, b; Keenan et al., 2003; Kircher & David, 2003; Turk et al., 2003; Vogeley & Fink, 2003; Churchland, 2002; Kelley et al., 2002; Lambie & Marcel, 2002; LeDoux, 2002; Turk et al., 2002; Stuss et al., 2001; Gallagher, 2000). In quest'ultimo ambito, il concetto di Sé ha fatto la sua comparsa con William James (1892), psicologo e filosofo statunitense, che tratta in particolare di tre sue costituenti: il *Sé materiale* che deriva dalla coscienza del proprio corpo, del proprio ambiente e dei propri beni, il *Sé sociale* costituito sia dalle percezioni o immagini che ciascuno presume gli altri abbiano di lui, che dalle regole e dai valori sociali che fanno parte della visione comune del mondo, e infine il *Sé spirituale* che riguarda l'autoconsapevolezza che ciascuno ha di sé e della propria esistenza.

Questa distinzione sembra riapparire nei concetti del Sé così come discussi nelle neuroscienze. Damasio (1999) e Panksepp (1998a, b, 2003, 2005b) parlano, infatti, di un "proto-sé" riguardante il dominio sensoriale e motorio, che ricorda il sé fisico di James. Allo stesso modo, ciò che è stato descritto come un "sé o coscienza di base" potrebbe corrispondere al sé mentale, e in ultimo, ciò che è stato definito da Damasio (1999) come "sé autobiografico" e da Gallagher (Gallagher & Frith, 2003; Gallagher, 2000) come "sé narrativo" (fortemente basato sul collegamento tra eventi passati, presenti e futuri), sembra richiamare il sé spirituale dello psicologo statunitense.

James (1892) notò, inoltre, che contrariamente alla percezione di un oggetto, il quale può essere percepito da differenti prospettive o addirittura cessare di essere percepito, l'essere umano sperimenta "la sensazione dello stesso vecchio corpo sempre lì" (James, 1890/1981, p.242).

La ricerca empirica sul *Sé corporeo* solo recentemente ha iniziato a investigare come il collegamento tra un corpo e l'esperienza del corpo come proprio, si sviluppa, si mantiene o appaia disturbata.

Oggi è confermato che il Sé fisico o corporeo nasce dall'integrazione delle continue informazioni tattili e propriocettive che riceviamo dal nostro corpo, con quelle visive cui siamo giornalmente sottoposti (Myers & Sowden, 2008). Le correlazioni tra le diverse fonti d'informazione portano dunque allo sviluppo, fin dalla prima infanzia, di una rappresentazione conscia o inconscia del nostro corpo definita appunto "rappresentazione

corporea” (Gallagher, 2000), che giocherebbe un ruolo importante nel processo dell’autoriconoscimento poiché fornirebbe informazioni rispetto a quali parti potrebbero appartenere al proprio organismo. Gli stimoli *sensoriali* contribuiscono, dunque, a formare l’immagine del corpo di ognuno di noi; soprattutto quelli visivi, i quali, come molti risultati sperimentali sottolineano (Aspell et al., 2009; Slater et al., 2009; Makin et al., 2008), prevalgono rispetto agli altri sensi nel processo dell’autoriconoscimento: sentiamo la nostra mano dove la vediamo e non viceversa. Tale prevalenza è confermata dall’esperimento della “mano di gomma” nel quale un soggetto, a cui è stata nascosta la mano ponendola dietro uno schermo e sostituita con una di gomma posta di fronte a sé, sperimenta l’illusione di essere toccato proprio nel punto in cui vede che viene toccata la mano di gomma, sebbene la mano reale venga simultaneamente toccata in un punto diverso. In altre parole, lo stimolo tattile è sperimentato nel luogo in cui viene osservato (Tsakiris & Fotopoulou, 2008; Ehrsson et al., 2005; Botvinic & Cohen, 1998). Lo stesso dicasi quando si guarda l’arto di un altro in movimento, sovrapposto al proprio, situazione che crea l’impressione di essere l’artefice del gesto. Secondo alcuni autori (Kammers et al., 2009; van den Bos et al., 2002; Farné, Pavani, Meneghello, & Ladavas, 2000), l’illusione di proprietà della mano e di spostamento dello stimolo tattile scompaiono quando il braccio di gomma non è perfettamente allineato col braccio reale del soggetto. Le medesime osservazioni sono riportate per le persone amputate che sperimentano il cosiddetto fenomeno dell’ “arto fantasma”; quando il loro arto valido è, infatti, visivamente trasposto (attraverso gli specchi) al lato amputato ed essi vi producono dei movimenti, sperimentano un forte senso di movimento volontario dell’arto mancante (Ramachandran & Rogers-Ramachandran, 1996).

In ultimo, altro aspetto importante nel determinare l’autoriconoscimento è sicuramente il *movimento* di alcune nostre parti del corpo. I nostri movimenti seguono le nostre intenzioni e al fine di assicurarci che ciò avvenga abbiamo bisogno di confrontare le ultime con ciò che è accaduto; rimarremmo sorpresi se, ad esempio, volendo far muovere la nostra mano destra vedessimo muovere quella sinistra o viceversa. Pertanto, l’anticipazione di eventi che derivano da azioni previste contribuisce al processo di riconoscimento di sé poiché permette, appunto, di attribuire gli eventi attesi a se stesso (Kammers et al., 2009; De Vignemont; 2007; Dijkerman et al., 2007; Farrer et al., 2003; Blanke et al., 2002; Knoblich & Flach, 2001; Georgieff & Jeannerod, 1998). Questo processo di corrispondenza fornisce all’agente di un’azione la sensazione che sia proprio lui la causa (senso di essere l’agente): se l’immagine che vedo in uno specchio di fronte a me si muove quando io mi muovo,

allora l'immagine che vedo deve appartenere a me. Tale criterio di congruenza è utilizzato dall'individuo per attribuire a sé parti del proprio corpo, sin da un'età precoce. Studi dello sviluppo (Bahrack & Watson, 1985; Bertenthal & Fisher, 1978; Amsterdam, 1972) hanno, infatti, dimostrato che bambini già a 5 mesi di età sono in grado di discriminare i movimenti delle proprie gambe visualizzati in uno specchio, da quelli di un altro bambino, presumibilmente facendo uso di una percepita contingenza tra il proprio comportamento e i suoi effetti. L'importanza dell'attribuzione a sé della paternità dell'azione nel processo dell'autoriconoscimento, è sottolineata in particolar modo dall'esperimento di Esther van den Bos e Marc Jeannerod (2002), i quali hanno usato una versione modificata del paradigma della mano estranea, originariamente sviluppato da Elena Daprati et al. (1997) per investigare disturbi di autoriconoscimento in pazienti schizofrenici. I risultati dello studio (Esther van den Bos e Marc Jeannerod, 2002) hanno mostrato, infatti, che il soggetto riconosce quasi sempre la propria mano nella condizione in cui può attribuire a sé il movimento della mano osservata (circostanza in cui il partecipante alla ricerca compie un movimento diverso da quello dello sperimentatore), privilegiando, dunque, il riferimento ai cosiddetti "segnali d'azione" per giudicare l'evento. Diverso è il caso in cui il segnale d'azione è ambiguo (condizione in cui il partecipante compie un gesto uguale a quello del ricercatore); l'individuo in tale circostanza si affiderà agli stimoli del corpo e quindi alla rappresentazione del proprio schema corporeo per valutare l'accaduto, giudicando dunque l'appartenenza della mano sulla base del suo allineamento corporeo.

#### **1.4 La percezione visiva**

Il riconoscimento visivo di un oggetto è normalmente un'esperienza immediata e automatica; basta, infatti, una rapida occhiata per coglierne i vari aspetti e descriverne così la forma, la grandezza, il colore, la localizzazione, se si tratta di un oggetto in movimento e, in tal caso, la sua direzione nello spazio.

Sebbene la nostra impressione ci porti a credere che lo stimolo sia caratterizzato da attributi colti simultaneamente, molte ricerche svolte nell'ambito della percezione visiva concordano nel sostenere l'esistenza di sistemi specializzati nell'analisi delle varie proprietà contenute nell'informazione visiva (Singer & Kreiman, 2014).

La psicologia cognitiva, negli ultimi trent'anni, ha presentato diversi modelli per spiegare come dagli input sensoriali si giunga al "riconoscimento" di un oggetto (come cioè possiamo dire ad esempio "questa è una penna") attraverso l'integrazione di operazioni e

processi realizzati da sottoinsiemi specializzati. Modelli verificati attraverso esperimenti in cui si utilizzano varie metodologie (comportamentali, psicofisiologiche, di neuroimmagine) su persone normali o con lesioni cerebrali. Di seguito si riportano le maggiori teorie in proposito.

#### *1.4.1 Stadi primario e secondario nel riconoscimento dell'oggetto*

Nel riconoscimento di un oggetto visivo, i principali stadi sono due: descrizione e confronto. Descrizione strutturale dell'oggetto (in generale, l'analisi della forma) e confronto (matching) del risultato di tale descrizione con le tracce depositate in memoria, relative o allo stesso oggetto o ad oggetti simili. Lo stadio primario, quindi, coinvolge i processi visivi che descrivono lo stimolo, indipendentemente dal significato dell'oggetto; proprietà fisiche quali intensità, frequenza spaziale, lunghezza d'onda sono analizzate ai fini della costruzione strutturale dell'oggetto. Queste operazioni primarie sono state studiate dai teorici della Gestalt nei primi decenni del Novecento. Mentre le prime teorie psicologiche sostenevano che la percezione di un oggetto fosse il prodotto della combinazione di elementi sensoriali distinti, la teoria della forma o della Gestalt, sviluppata dopo le ricerche di Wertheimer (1912) sulla percezione del movimento apparente, ha ritenuto che la percezione non dipenda dagli elementi ma dalla strutturazione di questi in un "insieme organizzato". L'organizzazione quindi prevale sugli elementi.

Nel secondo stadio, cosiddetto "secondario" o "stadio di elaborazione cognitiva", sono invece implicati processi più complessi: una configurazione-stimolo è identificata come un oggetto noto, attraverso il confronto con le tracce depositate in memoria. Un'importante questione affrontata dalla psicologia cognitiva riguarda il modo in cui avvenga questo confronto e cioè se 1) identifichiamo un oggetto come tale perché abbiamo riconosciuto prima le singole parti che lo compongono oppure 2) perché riconosciamo che si tratta globalmente di un certo oggetto, riconoscendone poi le parti componenti.

Il rapporto tra le parti e il tutto riflette due tipi di elaborazione: l'elaborazione "dal basso verso l'alto" (bottom-up processing) ed elaborazione "dall'alto verso il basso" (top-down processing); definite anche rispettivamente come elaborazione "guidata dai dati" ed elaborazione "guidata dai concetti". L'elaborazione bottom-up è guidata dai dati sensoriali e si fonda su un'analisi delle parti presenti nello stimolo. Diversamente, l'elaborazione top-down si basa sulle rappresentazioni mentali e quindi sulle tracce mnestiche di chi sta osservando. Qualsiasi percezione richiede un'interazione tra l'informazione sensoriale e le

conoscenze possedute relativamente allo stimolo. La misura in cui questi due processi intervengono dipende dal grado di conoscenza che si ha dell'oggetto in esame e dal contesto in cui esso è inserito.

#### *1.4.2 Teorie sul riconoscimento dell'oggetto*

Una delle prime teorie proposte intorno agli anni '50 (Selfridge, 1959) per spiegare come un individuo possa riconoscere un oggetto, è quella nota come “teoria del confronto di sagoma” che prevede che l'identificazione avvenga tramite un confronto diretto tra la configurazione-stimolo (pattern) e le tracce conservate in memoria. Il pattern sarebbe identificato confrontandolo sistematicamente con le varie sagome disponibili fino a trovare quella che meglio gli corrisponde. Tale teoria fu ben presto superata dato il suo evidente limite e cioè che non riesce a spiegare come si possano identificare configurazioni-stimolo diverse per grandezza, orientamento, forma; bisognerebbe aver memorizzato un numero elevatissimo di sagome relative a tutte le possibili variazioni della configurazione-stimolo. Inoltre, non consentirebbe di riconoscere nuove versioni di uno stimolo delle quali non si possiedono sagome in memoria. Fu dunque sviluppato un nuovo modello esplicativo ovvero la “teoria dell'analisi delle caratteristiche” basata sull'assunto che lo stimolo visivo è costituito da un insieme di caratteristiche essenziali che lo distinguono rispetto a un altro (Neisser, 1967). Anche se una configurazione-stimolo varia ad es. di grandezza, rimane costante il numero e il tipo delle componenti e la loro relazione. Questa teoria ha avuto una notevole diffusione poiché concorda con le scoperte neurofisiologiche (Hubel & Wiesel, 1959; 1977) sull'esistenza dei neuroni della corteccia visiva specializzati nell'analisi di caratteristiche specifiche dello stimolo.

Negli anni '70 si diffuse anche l'ipotesi (Konorsky, 1972) riguardante l'esistenza di gruppi di neuroni dedicati al riconoscimento di stimoli complessi: animali, vegetali, utensili, facce. Questi neuroni iperspecializzati furono chiamati “unità cognitive”. Per quanto questa ipotesi sia stata riproposta dopo i risultati di ricerche in cui sono state utilizzate tecniche di neuroimmagine (Rizzolatti & Sinigaglia, 2010; Oberman et al., 2007), resta ancora da chiarire quali siano le proprietà dello stimolo che vengono analizzate ai fini della sua identificazione.

Secondo gli orientamenti degli anni '80 e '90, non avverrebbe una scomposizione e ricomposizione delle caratteristiche dello stimolo (come prevedeva la teoria dell'analisi delle caratteristiche) ma il riconoscimento si fonderebbe sull'integrazione delle varie

componenti fisiche e sulle loro relazioni strutturali. La teoria “dell’integrazione delle caratteristiche” di Anne Treisman (Treisman, 1992; Treisman & Gelade, 1980) prevedeva che l’identificazione dell’oggetto avvenisse tramite due stadi: il primo definito “individuazione delle qualità primarie” che richiede la registrazione precedente di alcune caratteristiche salienti dello stimolo (ad esempio, l’inclinazione e la curvatura delle linee componenti, la luminosità, il colore e il movimento) e il secondo, definito “integrazione delle qualità primarie”, che implica un processo controllato dell’attenzione e coinvolge l’elaborazione seriale. Un’altra teoria che mette in evidenza l’elaborazione delle relazioni tra le componenti di uno stimolo visivo, è stata proposta da Irving Biederman (1990), ovvero la “teoria del riconoscimento per componenti”. Il modello prevede che un oggetto consista di un insieme di parti chiamate “geoni” (semplici forme 2D o 3D come il cubo, il cilindro, il cono, il rettangolo, che corrispondono agli elementi più semplici di un oggetto). Biederman ha stabilito quali sono i geoni essenziali di un oggetto visivo e ne ha, in particolare, individuati 36, la cui combinazione può produrre un numero elevatissimo di oggetti. Secondo questa teoria, dunque, il riconoscimento di un oggetto dipende dall’identificazione dei geoni che lo compongono e dalle relative relazioni spaziali che vi intercorrono.

Oggi, gli orientamenti più recenti, attraverso un largo corpo di evidenze neurofisiologiche, comportamentali e di neuroimaging funzionale (Adlington, Laws, & Gale, 2009; Tanaka, Weiskopf, & Williams, 2001), suggeriscono che non solo le informazioni sulla forma ma anche sul colore, contribuiscono al riconoscimento dell’oggetto.

## **1.5 Approccio neurocognitivo al riconoscimento degli oggetti e agnosia**

Gli esseri umani sono in grado di riconoscere oggetti complessi in uno sguardo. Studi di psicofisica suggeriscono un’elaborazione delle informazioni visive in circa 150 ms rispetto alla presentazione dello stimolo (Kirchner & Thorpe, 2006; Potter & Levy, 1969). Studi di neuroimmagine funzionale (Singer & Kreiman, 2014; Connor, Brincat, & Pasupathy 2007; Serre et al., 2007; Tanaka, 1996; Logothetis & Sheinberg, 1996) confermano che la capacità di riconoscere forme complesse deriva da processi che avvengono nelle zone occipito-temporale inferiore (via visiva corticale ventrale). Tradizionalmente, si è ritenuto che le caratteristiche visive fossero prima elaborate dalle aree corticali inferiori (Hubel & Weisel, 1962) e poi gradualmente proiettate alle regioni corticali superiori, in cui è raggiunto il riconoscimento dell’oggetto (Tanaka, 1996). Contrapposto è, invece, il punto

di vista più recente di Ahissar e Hochstein (2000), i quali ritengono che l'elaborazione visiva progredisca in senso gerarchico inverso; la percezione cosciente avrebbe, cioè, inizio nelle alte aree corticali per poi gradualmente tornare giù, alle aree inferiori, se necessario.

Disturbi nel riconoscimento visivo dell'oggetto prendono il nome di agnosie visive. Il concetto di agnosia visiva è nato poco dopo i primi studi sui pazienti afasici. Il primo a parlarne fu Finkelnburg nel 1870 con il termine di "asimbolia"; nel 1881, il fisiologo tedesco Hermann Munk introdusse il termine di cecità psichica, per designare l'impossibilità di riconoscere oggetti attraverso la vista. Nel 1891 sarà Sigmund Freud ad attribuire alla "cecità psichica" l'attuale nome di agnosia visiva.

Si può parlare di agnosia solo se il disturbo non può essere spiegato da deficit relativi a: acuità visiva, abilità percettive di base relative a luminosità, movimento, orientamento, e dimensioni dell'oggetto. Per questo tipo di agnosia visiva sussiste la distinzione classica proposta da Lissaur (1890), tra agnosia appercettiva e associativa. La prima prevede l'incapacità del paziente di riconoscere l'oggetto, anche se ne sa descrivere accuratamente le dimensioni, la consistenza e alcuni aspetti della forma (Carlesimo, Casadio, Sabbadini, & Caltagirone, 1998). Il deficit è più grave quando l'identificazione percettiva è resa più difficile (ad es. si presenta il disegno dell'oggetto piuttosto che l'oggetto reale, oppure si presentano immagini incomplete, degradate o mascherate, o prospettive insolite) (Rubens & Benson, 1971). Il vantaggio per gli oggetti reali rispetto ai disegni lineari può però risultare dall'uso di strategie di identificazione basate non sulla forma ma sul colore o sulla struttura della superficie dell'oggetto. I pazienti mostrano, inoltre, di non essere capaci di formare un percelto ben strutturato poiché non sono in grado di seguire col dito i contorni degli oggetti né di effettuare una copia di un disegno lineare (Rubens & Benson, 1971). Tali problemi di percezione visiva contrastano con la presenza di un riconoscimento immediato attraverso modalità non visive come l'udito o il tatto.

L'agnosia associativa comporta invece l'incapacità di associare il percelto visivo al suo significato. I pazienti in questo caso possono copiare bene un disegno lineare, restando però incapaci di identificare l'oggetto rappresentato. Possono, inoltre, descrivere bene i dettagli dell'oggetto presentato, sempre nell'impossibilità di identificarlo. Segni di agnosia associativa possono essere colti usando test non verbali come quelli in cui si chiede al soggetto di accoppiare immagini non identiche di oggetti simili (ad esempio due tipi diversi di bicchiere). In questi pazienti ciò che risulta quindi danneggiata è la rappresentazione semantica-visiva degli oggetti. Le prove solitamente utilizzate sono volte

a saggiare la capacità di categorizzazione semantica degli stimoli o la conoscenza di attributi semantici dello stimolo.

## **Capitolo 2**

Riconoscimento di sé e dell'altro nel Disturbo dello Spettro Autistico

## 2.1 Definizione e caratteristiche del disturbo dello spettro autistico

L'autismo è un disturbo organico, causato da una predisposizione genetica che, in concomitanza con fattori di rischio ambientali (in particolare nel corso della gravidanza o del parto), determina un'alterazione nello sviluppo del cervello. Il disturbo ha, dunque, esordio nel periodo dello sviluppo del sistema nervoso centrale, entro cioè i trentasei mesi di vita, e si esprime, con diversi gradi di gravità, in un corso anomalo dello sviluppo cognitivo e, conseguentemente, in un'anomala organizzazione del comportamento.

In particolare, il termine "autismo" serve a descrivere un range di condizioni accomunate fondamentalmente da una compromissione della comunicazione e dello sviluppo sociale (Baron-Cohen, 2004; Sigman, Dijamco, Gratier, & Rozga, 2004), cui spesso si aggiunge la presenza di concomitanti interessi ristretti e comportamenti ripetitivi e stereotipati ("triade sintomatologica") (Matson & Mahan, 2009; Matson & Neal, 2009; Eikeseth 2009, Fabio, Giannatiempo, Antonietti, & Budden, 2009; Matson & Boisjoli, 2007; Matson, Nebel-Schwalm, & Matson, 2007; Matson & Wilkins, 2007, 2009).

I criteri diagnostici relativi a tale disturbo sono:

1. *Compromissione qualitativa nell'interazione sociale* manifestata attraverso:
  - mancanza di comportamenti non verbali, come il contatto oculare, le espressioni facciali, la postura e i gesti corporei;
  - incapacità di sviluppare relazioni con i coetanei appropriate rispetto al livello di sviluppo;
  - mancanza di condivisione spontanea di esperienze con gli altri;
  - mancanza di reciprocità sociale o emozionale.
2. *Compromissione qualitativa della comunicazione sociale* manifestata attraverso:
  - ritardo o totale mancanza dello sviluppo del linguaggio parlato (senza compensazione di linguaggio non verbale);
  - in soggetti con linguaggio adeguato, problemi nell'iniziare o sostenere una conversazione;
  - uso di linguaggio stereotipato e ripetitivo;
  - mancanza di gioco immaginativo o imitativo.
3. *Repertorio limitato di interessi, comportamenti o attività* mostrato attraverso:
  - Dedizione assorbente a uno o più tipi di interessi ristretti e stereotipati, anomali per intensità o focalizzazione;
  - sottomissione rigida a inutili abitudini o rituali specifici;
  - manierismi motori stereotipati e ripetitivi;

- persistente ed eccessivo interesse per parti di oggetti.
- 4. *Anormalità sensoriale* manifestata attraverso: ipersensibilità o iposensibilità rispetto ad alcune sensazioni (es. sensazione dei vestiti o odore dei capelli).

Il DSM 5, la più recente edizione del principale sistema diagnostico (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders), ha sostituito il termine autismo con “**Disturbo dello spettro autistico**” (ASD). Il sistema di classificazione dell’OMS, ICD 10 (International Statistical Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death), usa invece il termine “Autismo infantile”, per riferirsi alla medesima condizione.

È dall’isolamento e dall’incapacità del soggetto di pensare e comprendere gli altri e il mondo, che deriva il termine “autismo” (dal greco “autos” che significa, infatti, “sé”). In passato, le definizioni più comunemente utilizzate per etichettare i bambini adesso diagnosticati nello spettro autistico, sono state: prepsicosi, psicosi, psicosi simbiotica, disarmonia evolutiva, disabilità di apprendimento e disturbi primari dell’infanzia. Anche se la gran parte della confusione su questi termini riguardava solitamente le teorie freudiane o varianti d’interpretazioni psicomodinamiche popolari più di 50 anni fa, alcune di queste denominazioni affiorano ancora oggi.

Le alterazioni delle capacità sociali compaiono molto presto; durante le prime settimane di vita non si osserva, infatti, la presenza del contatto visivo reciproco o l’acquisizione del sorriso sociale. Il bambino esprime poche emozioni con la mimica o lo fa in maniera esagerata.

Nella maggior parte dei casi, è presente ritardo mentale, variabile in un range da lieve a profondo. Le femmine affette dal disturbo presentano più comunemente un ritardo mentale più grave. Il profilo delle capacità cognitive di solito è irregolare, indipendentemente dal livello generale d’intelligenza, con capacità verbali solitamente più deboli di quelle non verbali.

Leo Kanner (1943), psichiatra austriaco, fu il primo a utilizzare un’osservazione comportamentale per la descrizione di un gruppo di bambini che evidenziavano “autismo infantile precoce”. Dall’osservazione emerse che le caratteristiche condivise da questi bambini riguardavano difficoltà nelle interazioni sociali e problemi di comunicazione che variavano dal mutismo al linguaggio idiosincratico. Inoltre, li accomunava una ristretta gamma di interessi che andava da movimenti ripetitivi del corpo a interessi specifici per gli orari, la tecnologia informatica o altri argomenti specifici e particolari. Il primo caso studiato di tale condizione include numerose descrizioni delle caratteristiche solitarie del

bambino esaminato (Kanner, 1934). Kanner scrive “è più felice quando viene lasciato solo, quasi mai piange per andare con sua madre, non sembra notare il rientro a casa di suo padre, ed è indifferente alle visite... Lui sembra che si auto-soddisfa...è soddisfatto di vivere nel suo guscio e vivere entro se stesso. Per attirare la sua attenzione richiede quasi di rompere una barriera mentale tra la sua coscienza interiore e il mondo esterno”. Il primo lavoro di questo studioso include, dunque, numerosi riferimenti all’apparente indifferenza che il soggetto dimostra verso l’interazione sociale e al suo estremo focus sul sé, considerando il contatto con gli altri un’“interferenza”. Nel descrivere un altro bambino, Kanner scrive che lui “...si comportava come se la gente in quanto tale non avesse importanza oppure non esistesse” e descriveva una giovane donna che dava “l’impressione di essere egocentrica”. Mentre questa e le successive relazioni mettono in evidenza il significato primario dell’alterata rappresentazione sé/altri nell’ASD, la questione di quali specifici processi cerebrali possono dare luogo a questi fenomeni rimane aperta.

I dettagli sulle caratteristiche specifiche del disturbo dello spettro autistico variano lievemente in ogni edizione del *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*, sulla base delle nuove acquisizioni e dell’importanza della ricerca. Nella penultima edizione del *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali- quarta edizione- testo rivisto*, la sindrome di Asperger è stata inclusa come una categoria distinta all’interno dei disturbi pervasivi dello sviluppo. La distinzione principale nella definizione tra autismo e sindrome di Asperger è che nel secondo caso i bambini sviluppano un linguaggio normale da piccoli. Tale distinzione ha allargato la categoria e quindi ha comportato un aumento della prevalenza dei disturbi dello sviluppo.

Si può, dunque, concludere che nonostante l’autismo possa essere considerato la categoria, relativa alla fanciullezza, più validata attraverso la ricerca empirica, e nonostante dunque l’intensa e continua attività di ricerca in quest’ambito, molte sue questioni (come ad esempio cause, limiti e rapporti con gli altri disturbi psichici), restano ad oggi incerte ed argomento di accesi dibattiti. Tuttavia, le conoscenze cui si è attualmente giunti, hanno permesso di sviluppare efficaci strumenti d’intervento, delineare nuove direzioni di indagine e prendere le distanze da miti e idee infondate sulla sua natura.

## 2.2 Eziopatogenesi dell'ASD

Nel corso degli anni vi è stato un interesse sempre maggiore per lo studio del disturbo autistico, e negli ultimi trent'anni si è cercato di individuarne l'eziologia più probabile alla base.

Lorna Wing (1981) evidenziò la presenza in molti casi di una grave sofferenza pre o perinatale, causa di un possibile danno cerebrale nel soggetto.

È stata anche ipotizzata una causa immunologica attribuibile ad un'anormale immunità materna; gli anticorpi della madre cioè potrebbero causare un danno nello sviuppo neuronale del feto (McConnachie & McIntyre, 1984).

Isabella Rapin (1997) ipotizzò invece un cattivo funzionamento metabolico del soggetto. Studi che hanno usato una metodica di tomografia computerizzata a emissione di singoli fotoni (SPECT), hanno rilevato un minor flusso sanguigno durante lo svolgimento di alcuni compiti cognitivi. La riduzione del flusso cerebrale è stata riscontrata in aree come il lobo temporale destro, i lobi occipitali, il talamo e i gangli alla base (Starkstein et al., 2000).

Questo grave disturbo dello sviluppo si può inoltre presentare in associazione con una varietà di altri disturbi riguardanti sia il sistema nervoso centrale che sindromi genetiche nelle loro forme più gravi come la sindrome Cridu-Chat, la sindrome dell'X fragile, l'encefalite, l'autoimmunità secondaria ad un'infezione virale, la rosolia congenita e il citomegalovirus congenito (Singh et al., 1988).

Gli studi condotti negli ultimi anni suggeriscono nel loro insieme che fattori biologici e genetici, oltre che ambientali, possono avere un ruolo fondamentale nel determinare il disturbo. Nello specifico, una percentuale del 5-6% esprime una chiara origine genetica del disordine dello spettro autistico, < 3% esprime un'origine dovuta a fattori ambientali (come ad esempio, infezioni, agenti fisici o sostanze chimiche) e circa il 90% esprime causa ignota ovvero effetto d'interazioni tra fattori esterni (ambiente) e il patrimonio genetico di ciascuno di noi. Per quanto riguarda la causa genetica, è stato evidenziato che tra le patologie neuropsichiatriche, l'autismo è il disturbo con la più alta probabilità di essere ereditato (Bailey et al., 1995). Lo studio di Abba et al. (2007) stima l'ereditarietà ad oltre il 90%. La modalità di trasmissione familiare non è attribuibile ad un gene principale (Shao et al., 2003). Le regioni cromosomiche che sembrano essere maggiormente implicate sono il braccio lungo dei cromosomi 7 (Yonan et al., 2003; IMGSAC, 1998), 2 (Shao et al., 2003; Buxbaum et al., 2001; IMGSAC, 2001) e 15 (Phillipe et al., 1999). Alcuni studiosi concordano quindi sul fatto che la sindrome autistica possa essere dovuta

ad un'aberrazione genetica associata a disfunzioni cerebrali. Studi di neuroradiologia hanno documentato, nello specifico, alterazioni del cervelletto, del lobo frontale e anomalie ai lobi temporali (Amaral et al., 2008) e uno sbilanciamento dei neurotrasmettitori come i livelli di serotonina nel sangue. Per quest'ultimo motivo, nella cura dell'autismo è oggi indicato l'impiego di alcuni farmaci come il risperidone che agisce sul sistema serotoninergico, oltre che dopaminergico (anch'esso mal funzionante), e la fluoxetina da usare in associazione con tecniche di riabilitazione e pedagogiche.

Gli studi familiari suggeriscono che la predisposizione genetica a tale tipo di disturbo, può essere espressa nei parenti sani aventi fenotipo più lieve, ma qualitativamente simile all'autismo, e dunque caratterizzati da alterazioni comportamentali più sfumate (El-Fishhawy & State, 2010). Sono state condotte ricerche su famiglie con figli affetti da disturbo autistico ed in particolare studi su gemelli sia omozigoti che dizigoti (Bailey et al., 1995). Gli studi sui gemelli suggeriscono il probabile ma non univoco interessamento della componente genetica nella malattia. I fratelli dei bambini autistici rivelano una prevalenza del disturbo del 2%, un ritardo nell'apprendimento (solitamente un disturbo del linguaggio o dell'eloquio), un ritardo mentale o difetti fisici in una percentuale dei casi che va dal 5 al 25%.

Infine, è stato anche ipotizzato che possibile causa di tali alterazioni sia il *mercurio*, sostanza fortemente tossica per lo sviluppo neurologico e presente nell'alimentazione sotto forma di metilmercurio. È nel 1984 che per la prima volta viene supposto il ruolo dell'intossicazione da mercurio come causa dell'autismo. Il Prof. Stefano Pallanti, Direttore dell'Istituto di Neuroscienze di Firenze, notò, infatti, lo sviluppo di una condizione multi sintomatica definita acrodinia, in una percentuale di bambini esposti cronicamente a dosi di tale elemento chimico, in conseguenza della quale presentavano degenerazione della corteccia cerebrale e del cervelletto. Sotto accusa sono finiti per tale motivo i vaccini al mercurio. Non va però sottovalutato l'inquinamento da mercurio e dunque l'esposizione a questo durante la fase prenatale o i primi anni di vita. Courchesne (1989), Bauman e Kemper (1988) e Ritvo et al. (1986) fanno notare che la sola anomalia neurobiologica che si riscontra sempre, poco prima dell'insorgenza di sintomatologie autistiche, è la perdita di neuroni Purkinje nel cervelletto. Danni al cervelletto implicano alterazioni della coordinazione, dell'equilibrio e tremori (Davis et al., 1994; Tokuomi, 1982). È stato dimostrato che il mercurio può essere la possibile causa di questa alterazione quando danneggia la trasmissione sinaptica nel cervelletto tra le fibre e le cellule Purkinje (Yuan & Atchinson, 1999; Atchinson, 1994).

Per quanto riguarda le alterazioni al lobo temporale, sono state evidenziate anomalie all'amigdala, all'ippocampo e alle aree connesse. Tali alterazioni sono caratterizzate da aumentata densità cellulare e ridotta massa neuronale (Abell, 1999); in alcuni casi sono presenti lesioni ai gangli basali (Sears, 1999). Quando le lesioni dell'ippocampo si combinano con danni all'amigdala, aumenta la severità dei sintomi. Anche in questo caso, diversi studi e autopsie hanno documentato come tali danni possano essere conseguenti all'azione tossica del mercurio (Li, 1996; Lorscheider, 1995; Larkfors, 1991); questo si accumulerebbe nell'ippocampo e nell'amigdala, soprattutto nelle cellule piramidali, a seguito di esposizione prenatale o nei primi mesi di vita (Faro, 1998; Warfvinge, 1994). Il mercurio causa, inoltre, anche alterazioni dei livelli dei neurotrasmettitori quali serotonina, dopamina, glutammato e acetilcolina. Nonostante tali evidenze di ricerca, nessuno dei meccanismi specifici finora identificati può essere applicato a tutti i bambini nello spettro autistico.

### **2.3 Prevalenza dell'ASD**

Il tasso di prevalenza dell'autismo è stato riportato per la prima volta da Wing, Yeates, Brierley e Gould, nel 1976, in conseguenza di un loro lavoro epidemiologico completato a Camberwell, in Inghilterra. Gli studiosi hanno rilevato una frequenza di 5 casi su 10.000 bambini. Studi successivi, che adottarono metodi di verifica più rigorosi, ottennero indici pari a 1 caso su 1000 individui (Sugiyama, & Abe, 1989; Bryson, Clark, & Smith, 1988). Fombonne (2003), raccogliendo i risultati di 32 ricerche epidemiologiche, evidenziò che tra il 1966 e il 1991 il tasso era rimasto tra i 4 e i 5 casi su 10.000, ma che tra il 1992 e il 2001 è cresciuto a 12,7 su 10.000. Grazie all'analisi di queste ricerche che riguardavano autismo, disturbi pervasivi dello sviluppo non altrimenti specificati e sindrome di Asperger, Fombonne ha riportato un tasso di prevalenza di almeno 27,5 casi su 10.000 (2003).

Recentemente, c'è stato un grande dibattito rispetto all'aumento della prevalenza di tale disturbo (Nicholas et al., 2008; Williams, Mellis, & Peat, 2005; Tidmarsh & Volkmar, 2003; Willemsen-Swinkels & Buitelaar, 2002; Wing & Potter, 2002; Herbert, Sharp, & Gaudiano, 2002; Chakrabarti & Fombonne, 2001, 2005). Una volta considerato raro, l'ASD risulta oggi sempre più frequente (Mandell, Thompson, Weintraub, DeStefano, & Blank, 2005; Nassar et al, 2009.) I dati più recenti suggeriscono un'incidenza di 110 su 10.000 (Kogan et al., 2009). Non c'è dubbio quindi che il numero di persone con diagnosi

di ASD stia subendo un rapido incremento; tuttavia, esistono notevoli controversie rispetto a come ciò stia avvenendo. Molti attribuiscono la crescita al mutamento dei criteri diagnostici nel corso del tempo (Wing, 1993), ai nuovi strumenti di valutazione, a diagnosi imprecise e all'utilizzo di metodologie di ricerca differenti per identificare le stime di prevalenza. La gran parte degli studiosi ritiene che ad avere il maggior peso, in questo senso, siano i criteri impiegati per l'inclusione. Mentre nei primi studi epidemiologici, l'autismo era definito mediante una serie di comportamenti introdotti da Lotter (1966) e conformemente alla ricca descrizione effettuata da Kanner (che evidenziò i due aspetti principali del distacco affettivo e dei rituali elaborati, da cui derivò un prototipo noto come autismo "classico") (1943), successivamente i criteri diagnostici si sono concentrati sulla coesistenza di aree di compromissione quali la socializzazione, la comunicazione e l'immaginazione.

Allo stesso modo, varia a seconda della definizione dell'autismo anche la proporzione maschi-femmine. Il rapporto maschi-femmine è di 3:1 o 4:1 per l'autismo più classico (Wing & Gould, 1979; Lotter, 1966). Negli studi che fanno riferimento a definizioni più generali, il rapporto varia in modo lineare con il QI; si avvicina al rapporto di 2:1 per gli individui con con gravi danni cognitivi e sembra superiore a 3:1 o 4:1 tra i soggetti cognitivamente più capaci (Ehlers & Gillberg, 1993; Wing & Gould, 1979). Le ragioni di questa differenza di sesso non sono state ancora determinate.

## **2.4 Riconoscimento implicito e self-advantage nell'ASD**

Viso e corpo sono due importanti stimoli per la vita sociale umana. La loro importanza è sottolineata dalla loro rappresentazione cerebrale specifica. Ci sono aree come: l'area fusiforme per la faccia (FFA), la zona del viso occipitale (OFA) (Grill-Spector, Knouf, & Kanwisher, 2004; Gauthier et al., 2000), la zona del corpo extrastriata (EBA) e la zona del corpo fusiforme (FBA) (Schwarzlose, Baker, & Kanwisher, 2005; Urgesi, Berlucchi, & Aglioti, 2004; Peelen & Downing, 2004; Downing, Jiang, Shuman, & Kanwisher, 2001), che rispondono preferenzialmente a stimoli del corpo o del volto. Questa organizzazione permette di essere particolarmente efficaci nella percezione e categorizzazione degli stessi. Di vitale importanza, per la vita sociale degli esseri umani, è non solo il riconoscimento di stimoli rilevanti come i volti e i corpi, ma anche la distinzione tra sé e gli altri. La prima differenziazione in questo senso è la scoperta che il proprio corpo è diverso da quello degli altri organismi. Lo sviluppo delle abilità cognitive rende il bambino presto consapevole di

essere un'entità separata (Neisser, 1991; Mahler, Pine, & Bergman, 1975). Questo è il primo passo del riconoscimento di sé e della consapevolezza di sé. Molta ricerca documenta la nascita di comportamenti che indicano l'auto-riconoscimento negli specchi o in qualsiasi altra superficie riflettente, in bambini di 14-18 mesi (Nielsen & Dissanayake, 2004; Amsterdam, 1972). Uno studio di Rochat e Striano (2002) suggerisce invece che già a 3-4 mesi di età i bambini hanno acquisito un certo livello di conoscenza della loro immagine corporea.

Se la distinzione del sé dagli altri è un aspetto fondamentale del comportamento sociale ed è un precursore del successivo sviluppo del concetto di sé (Rochat & Striano, 2002), allora è interessante indagare questa funzione anche nei bambini con Disturbo dello spettro autistico (ASD).

Studi sperimentali sulla consapevolezza di sé nei bambini autistici riportano risultati contraddittori. Alcuni studi hanno evidenziato la difficoltà di questi bambini nello sviluppare un adeguato concetto di sé e degli altri e una difficoltà nell'interazione sé-altro (Uddin et al., 2008; Mitchell & O'Keefe, 2008; Millward, Powell, Messer, & Jordan, 2000; Frith & Frith, 1999; Lee & Hobson, 1998). Al contrario, altri lavori hanno mostrato un'elaborazione sé/altri preservata (Zamagni, Dolcini, Gessaroli, Santelli, & Frassinetti, 2011; Spiker & Ricks, 1984; Dawson & McKissick, 1984; Ferrari & Matthews, 1983; Neuman & Hill, 1978). Numerosi studi, che hanno dimostrato come l'auto-consapevolezza sia una funzione multidimensionale, ritengono che componenti della consapevolezza di sé (indispensabili per la cognizione sociale) come ad esempio l'uso dei pronomi personali (Fay, 1979), il giudizio mentale (Williams, 2010; Mitchell & O'Keefe, 2008; Happe & Frith, 1996) e la memoria autobiografica (Crane, Goddard, & Pring, 2010; Millward et al., 2000), siano compromesse nell'ASD (Frith, 2003), mentre aspetti concreti come l'auto-riconoscimento corporeo, risultino indenni. Non tutti gli aspetti della consapevolezza di sé sembrano, dunque, alterati nell'ASD. I bambini con tale disturbo sono, infatti, in grado di confrontare l'immagine di sé percepita allo specchio con la rappresentazione mentale della propria immagine corporea (Povinelli, 2001). A questo proposito esistono prove (Spiker & Ricks, 1984; Ferrari, Matthews, 1983) a dimostrazione del fatto che i bambini con ASD riconoscono la propria immagine nello specchio alla stessa età mentale dei bambini con sviluppo tipico. Dissanayake, Shembrey e Suddendorf (2010) hanno, inoltre, dimostrato che bambini tra i 5 e i 9 anni di età con ASD e con normale sviluppo, presentano in ugual misura una preservata consapevolezza di sé, temporalmente estesa. Gli stessi risultati sono stati rilevati anche da Lind e Bowler (2009), i quali, nello specifico, hanno evidenziato una

perfetta performance nel ritardato riconoscimento di sé da parte dei bambini con ASD, opposta alle significative menomazioni, mostrate dagli stessi, in compiti di teoria della mente e nella ridotta propensione ad utilizzare pronomi personali per fare riferimento a se stessi.

Tuttavia, studi precedenti non hanno indagato se i soggetti con ASD mostrano self-advantage nell'elaborazione degli stimoli corporei propri e altrui. Il self-advantage è considerato riflettere l'accesso implicito alla propria rappresentazione corporea ed è stato studiato in adulti sani e cerebrolesi (Frassinetti et al., 2011; Frassinetti et al., 2010; Frassinetti et al., 2008) e nei bambini (Frassinetti et al., 2012), utilizzando un compito di corrispondenza visiva. Lo studio di Gessaroli, Andreini, Pellegrini e Frassinetti (2013) è stato il primo a indagare il "self-advantage" nei bambini con ASD confrontati con quelli a sviluppo tipico (SN). Cinquantacinque bambini (17 con ASD; 38 con SN) sono stati sottoposti a un compito di matching to sample simile a quello precedentemente utilizzato per valutare l'accesso implicito alla propria immagine corporea negli adulti (Frassinetti et al., 2008, 2010). I bambini con ASD erano cronologicamente più vecchi dei bambini con normale sviluppo appartenenti al gruppo 1 (media ASD = 12,8 anni; SN1 = 8,5 anni) ma non differivano da loro per l'età mentale (media età mentale ASD = 8,2 anni; SN1 = 8,2 anni). I gruppi ASD e SN2 non differivano rispetto all'età cronologica (media ASD = 12,8 anni; SN2 = 13,6 anni), ma erano differenti per la loro età mentale (media età mentale ASD = 8,2 anni; SN2 = 8,9 anni). Il QI totale (verbale e di performance) di 13 bambini con ASD era compreso in un range tra 43 e 72, mentre quello dei restanti 4 variava tra 43 e 59. Sono stati presentati stimoli raffiguranti il corpo (mani, piedi) e il viso (occhi, bocca) del partecipante e il corpo e il viso di altre persone. I partecipanti sono stati tenuti a decidere quale delle due immagini allineate verticalmente (superiore o inferiore) corrispondesse allo stimolo centrale. L'accuratezza della loro risposta verbale è stata registrata dallo sperimentatore premendo un tasto del computer. Non è mai stato richiesto un riconoscimento esplicito del loro corpo (o del loro viso). Le prestazioni dei bambini con ASD sono state confrontate con quelle dei due gruppi di controllo abbinati per età mentale e cronologica. I risultati hanno mostrato che i bambini con ASD erano meno precisi nel riconoscimento delle parti del corpo o del viso, rispetto ai soggetti con normale sviluppo ma che la loro performance migliorava quando dovevano abbinare una parte del corpo o del viso "propria", mostrando dunque self-advantage come i soggetti con sviluppo tipico. Inoltre, i risultati hanno mostrato una differente influenza delle diverse parti del corpo, nei bambini con ASD. I bambini autistici erano, infatti, più accurati con stimoli che

rappresentano la bocca rispetto agli occhi. Tuttavia, l'effetto non era modulato dalla proprietà. La miglior performance dei bambini autistici con stimoli rappresentanti la bocca è in linea con studi precedenti (Bar-Haim, Shulman, Lamy, & Reuveni, 2006; Neumann, Spezio, Piven, & Adolphs, 2006; Joseph & Tanaka, 2003; Pelphrey et al., 2002). Anomalie comportamentali nella percezione dello sguardo e nell'attenzione congiunta, così come difficoltà a comprendere la rilevanza mentale dello sguardo, sono state ad oggi documentate (Baron-Cohen, Wheelwright, Collina, Raste, & Plumb, 2001; Leekam, Hunnisett, & Moore, 1998; Dawson, Meltzoff, Osterling, Rinaldi, & Brown, 1998; Charman et al., 1997; Baron-Cohen, Wheelwright, & Jolliffe 1997; Baron-Cohen et al., 1996). In questo senso protendono anche i risultati di Neumann et al. (2006) che mostrano come le persone con autismo fissano la posizione della bocca più dei controlli abbinati, anche quando la bocca non è mostrata o il volto è invertito.

## **2.5 Compromissione nell'elaborazione del volto nell'ASD**

Gli individui con disturbo dello spettro autistico mostrano una cronica compromissione nel trattamento delle informazioni sociali ed emotive, tra cui anomalie nell'uso dello sguardo e nella comprensione dell'espressione del viso (Baron-Cohen, 1995; Hobson, Ouston, & Lee, 1988a, b). Inoltre, presentano irregolarità su una vasta gamma di compiti di elaborazione del volto, come: la scansione visiva, la memoria e il riconoscimento del volto (Grelotti, Gauthier, & Schultz, 2002; Marcus & Nelson, 2001). La presenza di queste anomalie comportamentali è supportata da un crescente corpo di evidenze neurologiche (Pierce, Miller, Ambrogio, Allen, & Courchesne, 2001; Schultz et al., 2000) che indicano come gli individui autistici processino i volti in un modo diverso rispetto a popolazioni di soggetti tipici. Precoci prove qualitative hanno suggerito marcate differenze nella frequenza e qualità di elaborazione del viso (Asperger, 1994,1991; Kanner, 1943). Le prime indagini sperimentali nell'ambito sono state condotte da Langdell (1978), con soggetti di età compresa tra i 9 e i 14 anni, a seguito delle quali è stato scoperto che quando le caratteristiche del volto sono nascoste in modo selettivo, si rilevano anomalie nel suo trattamento. La prestazione dei soggetti autistici migliora nettamente, rispetto a quella del gruppo di controllo, quando devono identificare il volto dall'area della bocca (presentata isolatamente), mentre peggiora quando devono riconoscerlo sulla base degli occhi. Il gruppo di controllo, di contro, risulta avvantaggiato nel compito quando deve basarsi sugli occhi; constatazione, quindi, indicativa di una strategia percettiva normativa (Pelphrey et

al., 2002; Walker-Smith, Gale, & Findlay, 1977). Tali risultati sono stati confermati anche da Hobson, Ousten e Lee (1988a).

Uno studio di Pelphrey et al. (2002) ha registrato le scansioni visive degli adulti con autismo ad alto funzionamento (HFA), durante la visione di fotografie statiche di volti, e ha rilevato che questi soggetti spendono molto più tempo a scansionare le aree esterne del viso che le caratteristiche interne di base, come ad esempio: occhi, naso e bocca. Risultati diversi sono stati ottenuti da McPartland, Webb, Keehn e Dawson (2011) i quali, esaminando i pattern di scansione visiva in adolescenti con sindrome di Asperger, hanno rilevato modelli normativi, ovvero una tendenza ad osservare la parte superiore del volto anzichè quella inferiore.

In un altro studio di eye-tracking, Klin et al. (2002) hanno evidenziato che gli adulti con HFA partecipano visivamente alle scene dinamiche sociali in modo anomalo; rispetto ai controlli, infatti, dimostrano attenzione ridotta agli occhi dei personaggi presenti nelle scene ma maggiore alle bocche, alle parti del corpo e agli oggetti. La ricerca (Klin et al., 2002) ha, dunque, dimostrato che mentre i controlli con sviluppo tipico concentrano la loro fissazione sugli occhi dei protagonisti, i partecipanti con HFA spendono significativamente meno tempo nel guardare gli occhi rispetto alla regione della bocca. Il gruppo di controllo, corrispondente per età cronologica, mostrava, quindi, una modalità stereotipata e sistematica di scansione delle espressioni facciali, diversamente dai partecipanti con HFA che esibivano percorsi di elaborazione del viso meno controllati e meno strategici (Pelphrey et al., 2002). Questi studi hanno, dunque, suggerito nel loro insieme che durante la visualizzazione e la codifica di un viso, gli individui autistici fanno riferimento a tratti del viso diversi rispetto a quelli delle popolazioni normali.

Diversi studi hanno, inoltre, riferito che i soggetti con autismo presentano anomalie nel *riconoscimento* dei volti rispetto ai controlli e rispetto ad altri stimoli visivi (Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998; Boucher & Lewis, 1992; de Gelder, Vrooman, & van der Heide, 1991). Tuttavia, non tutti gli studi confermano tale risultato (Celani, Battacchi, & Arcidiacono, 1999; Davies, Bishop, Manstead, & Tantam, 1994; Teunisse & de Gelder, 1994; Volkmar, Sparrow, Rende, & Cohen, 1989). Alcuni studi sostengono che i disturbi di riconoscimento sono specifici per i volti e non si estendono a stimoli diversi (Boucher & Lewis, 1992; Hauck et al., 1998; Klin et al., 1999). Davies et al. (1994) hanno rilevato, al contrario, un deterioramento più generale. Nel loro studio, infatti, i bambini con autismo mostravano una performance significativamente peggiore, rispetto al corrispondente gruppo di controllo, in compiti facciali e non facciali, suggerendo così una

compromissione dell'elaborazione visiva generale. Tale risultato è coerente con la teoria di Uta Frith (1989) che propone che gli individui autistici esperiscono un'anormale elaborazione percettiva nota come "deficit di coerenza centrale" ovvero un danneggiamento della capacità di integrare le informazioni ambientali. Le persone con tale disturbo tenderebbero cioè a percepire le sensazioni in modo più frammentato e, di conseguenza, anche se sono abili a elaborare i dettagli di stimoli visivi complessi, dimostrano un deficit a integrare questi dati in un insieme coerente. La teoria di una debole coerenza centrale potrebbe portare a ipotizzare che un anomalo trattamento del viso nell'autismo, sottostà a un deficit percettivo più generale che colpisce sia gli stimoli facciali che non-facciali. Da questo punto di vista, il deficit di elaborazione del viso non è né primario né dominio specifico nel disturbo. Anche in questo caso, mentre Davies et al. (1994) sostengono tale risultato, altri studi non fanno lo stesso (Hauck et al., 1998; Boucher & Lewis, 1992). L'ambiguità degli esiti potrebbe essere ascritta a diversi fattori quali: differenza dei compiti sperimentali somministrati (decifrare le espressioni emotive è un compito completamente diverso rispetto alla semplice visualizzazione dei volti) (Sterling et al., 2008), differenze negli stimoli visivi utilizzati (gli stimoli facciali dinamici hanno più probabilità di sollecitare modelli di visualizzazione atipici rispetto a stimoli facciali statici) (Speer et al., 2007), età dei partecipanti e criteri con cui è scelto il gruppo di controllo.

## **2.6 Pattern di attenzione visiva a volti e oggetti nell'ASD**

Anomalie nella percezione del volto sono state presto notate nello sviluppo del bambino con disturbo dello spettro autistico (Maestro et al., 2001; Osterling & Dawson, 1994). Molti studi su bambini e adulti con ASD mostrano selettive difficoltà nella discriminazione e nel riconoscimento del volto (Mc Partland et al., 2004; Boucher et al., 1998; Boucher, Lewis, 1992; Tantam et al., 1989), sebbene si ritenga che non siano né universali né limitate allo stimolo viso (Behrmann et al., 2006; Jemel et al., 2006). A riprova di tali compromissioni, è stato osservato in soggetti con questo disturbo un ridotto "effetto inversione" (Langdell, 1978), interpretato come prova dell'applicazione di strategie di elaborazione del volto non globali (Elgar & Campbell, 2001; Freire et al., 2000) ma basate sulle singole caratteristiche (Joseph & Tanaka, 2003).

Molto è stato appreso circa l'attenzione visiva ai volti umani, nell'ASD, attraverso studi di eye-tracking. Nonostante si riscontrino normali movimenti oculari, i soggetti con ASD non

sempre mostrano un modello di attenzione normativo (Haith et al., 1977; Walker-Smith et al., 1977). Molti studi rilevano una ridotta attenzione alle caratteristiche centrali del volto, specialmente agli occhi (Hernandez et al., 2009; Corden et al., 2008; Falck-Ytter, 2008; Jones et al., 2008; Klin & Jones, 2008; Klin et al., 2002a, b; Pelphrey et al., 2002; Trepagnier et al., 2002). Diverse ricerche hanno, però, solo parzialmente replicato questi risultati (Sterling et al., 2008) oppure hanno evidenziato un pattern di attenzione simile a quello dei soggetti con normale sviluppo (Anderson et al., 2006; Dapretto et al., 2006; van der Geest et al., 2002). La variabilità nei risultati può essere dipesa dalla diversità delle attività somministrate ai partecipanti (decifrare l'espressione emotiva è diverso dal semplice guardare un volto senza espressione) (Sterling et al., 2008) o dalle differenze degli stimoli visivi impiegati (è più probabile che stimoli facciali dinamici elicitino pattern atipici di attenzione visiva, piuttosto che stimoli statici) (Speer et al., 2007).

Inesplorato rimane, invece, il ruolo delle “proprietà visive” dello stimolo volto sui pattern di attenzione visiva dei soggetti con ASD. Rilevante in questo senso è, infatti, la forma del volto umano. Gli studi di neuroimaging suggeriscono che le caratteristiche visive delle facce, compresa la forma, possono influenzare la loro elaborazione (Ishai et al., 1999). Individui con problemi di riconoscimento del volto mostrano pure difficoltà a percepire stimoli che vi assomigliano per tridimensionalità e aspetto curvilineo (Laeng & Caviness, 2001). Studi comportamentali sul riconoscimento del volto e degli oggetti, suggeriscono che gli individui con ASD mostrano difficoltà a distinguere tra gruppi omogenei di oggetti (che non siano visi) (Scherf et al. 2008).

La maggior parte degli studi eye-tracking ha esaminato solo l'attenzione visiva al volto. Lo studio dei pattern di attenzione visiva agli oggetti, è a tutt'oggi esiguo. Ciò lascia aperte le possibilità che a) i soggetti con ASD mostrino modelli atipici di esplorazione visiva rispetto a qualsiasi oggetto (ad esempio, ne ispezionano preferenzialmente la metà inferiore) o b) che modelli atipici di attenzione visiva emergano esclusivamente sulla base di particolari proprietà visive dei volti.

Lo studio di Anderson et al. (2006), utilizzando la tecnologia eye-tracking, ha esaminato la scansione visiva e la risposta pupillare a volti e oggetti, in nove bambini con ASD, di quattro anni di età, confrontati con sei bambini con sviluppo tipico corrispondenti per età mentale e nove corrispondenti per età cronologica. I risultati hanno rivelato differenze tra il gruppo autistico e di controllo nei pattern di osservazione degli stimoli (ad es. dei paesaggi) e cioè una significativa diminuzione della scansione visiva, da parte dei soggetti con ASD. Il gruppo ASD ha, inoltre, mostrato costrizione pupillare ai volti dei bambini,

diversamente dai gruppi di controllo che hanno invece presentato dilatazione pupillare. È stato, infine, trovato che le risposte di scansione visiva ai paesaggi, ottenute dai soggetti con ASD, erano negativamente correlate con la sottoscala “Comportamento” dell’ADOS. Il potenziale uso di queste misure come indicatori precoci di ASD, è a tutt’oggi discusso. Sebbene questa ricerca suggerisca l’importanza di indagare l’attenzione visiva anche rispetto a stimoli non-facciali, dimostra limiti d’inferenzialità e generalizzabilità. In primo luogo, infatti, essendo stata presentata una varietà di stimoli eterogenei (es. volti di animali quali: cane, gatto, leone, volpe; giocattoli come: palla, barca, e puzzle), non si è potuta verificare l’influenza, sui modelli di visualizzazione, di specifiche caratteristiche visive di una classe di oggetti, al contrario, omogenea. In secondo luogo, poiché questo studio ha preso in esame un arco di sviluppo estremamente ampio (compreso tra 1 e 6 anni di età), non si sono potuti estrarre dai risultati gli effetti dello sviluppo.

Uno studio svolto da McPartland, Webb, Keehn e Dawson (2011), utilizzando la tecnologia eye-tracking, ha esaminato l’attenzione visiva a volti e oggetti in adolescenti con sindrome di Asperger e con sviluppo tipico. Il lavoro ha sistematicamente analizzato l’influenza delle proprietà visive degli stimoli statici sull’attenzione visiva. Le scansioni visive sono state misurate durante l’osservazione di cinque differenti classi di stimoli che includevano: volti umani dritti, invertiti, facce di scimmia, tre forme curvilineari e due pattern geometrici bidimensionali. I volti umani sono stati confrontati con i volti di scimmia (stimoli con uguale configurazione visiva ma differenti per rilevanza sociale ed esposizione durante lo sviluppo). Era stato predetto che a) i soggetti con ASD avrebbero mostrato, rispetto ai volti umani, attenzione ridotta agli occhi e maggiore alla bocca e b) che entrambi i gruppi (con ASD e con normale sviluppo), privi di esperienze con i volti delle scimmie, avrebbero elaborato nello stesso modo i volti dei primati. Un secondo confronto è avvenuto tra volti umani dritti e invertiti. Si era predetto che soggetti con ASD avrebbero mostrato anomalie rispetto ai volti dritti ma non a quelli invertiti. Un terzo confronto è avvenuto tra volti umani dritti e pattern geometrici bidimensionali e oggetti curvilineari e tridimensionali (greebles) (Gauthier et al., 1997). Era stato ipotizzato che greebles e pattern geometrici bidimensionali avrebbero elicitato, in individui con ASD, una scansione visiva uguale a quella dei soggetti con sviluppo tipico. Lo studio (McPartland, Webb, Keehn e Dawson, 2011) ha esaminato le interrelazioni tra pattern di attenzione visiva ai volti e comportamento sociale, incluso il riconoscimento del volto. Partendo dal presupposto che i deficit di elaborazione del volto sono una manifestazione della disabilità sociale, era stato predetto che differenze individuali nell’attenzione visiva ai volti e nella

loro elaborazione avrebbero trovato una correlazione con misure dell'abilità sociale. Dai risultati è emerso che gli individui con ASD hanno ottenuto bassi punteggi nelle misure di riconoscimento del volto e del funzionamento socio-emozionale ma hanno esibito pattern di attenzione visiva simili a quelli dei soggetti con normale sviluppo. Entrambi i gruppi tendevano, infatti, a focalizzare l'attenzione sulle regioni superiori degli stimoli e meno su quelle inferiori, durante l'osservazione di stimoli facciali verticali. Pattern di scansione normativi in soggetti con ASD ad alto funzionamento, sono coerenti con i risultati di alcune ricerche che hanno indagato similmente l'attenzione visiva agli stimoli facciali statici in soggetti con tale disturbo (Sterling et al., 2008; van der Geest et al., 2002) ma in contrasto con i risultati di altre (Pelphrey et al., 2002). Tuttavia, i risultati della ricerca di McPartland, Webb, Keehn e Dawson (2011) sono caratterizzati da una bassa validità ecologica, derivando dalla presentazione di stimoli statici e in scala di grigio (Speer et al., 2007). Interazioni sociali dinamiche possono, infatti, far cogliere meglio la variabilità dello sguardo degli individui con ASD (Klin et al., 2003). A influenzare i risultati del lavoro (McPartland, Webb, Keehn e Dawson, 2011) possono, inoltre, aver concorso anche altri dettagli del disegno sperimentale, ad esempio, i tempi di visione dello stimolo (in questo caso più lunghi di quelli degli studi precedenti) o ancora le dimensioni del display su cui guardare il compito somministrato. Vi sono prove che attestano che quando agli individui con ASD è fornito più tempo per la visione dello stimolo ed è fornita una risoluzione visiva migliore, essi mostrano, non solo modelli più tipici di riconoscimento facciale ma anche pattern normativi di attività cerebrale associata al trattamento del volto (Hadjikhani et al. 2004).

Le differenze di attenzione visiva ai volti, da parte dei soggetti con ASD, possono anche riflettere una variazione evolutiva rispetto a quanto accade nei soggetti con normale sviluppo. Modelli atipici di scansione dei volti umani, in soggetti con ASD, possono rappresentare, infatti, una conseguenza dello sviluppo di un'attenzione ridotta alle persone, durante la prima infanzia (Dawson et al., 2005). Ne deriva che la variabilità nella motivazione sociale dovrebbe prevedere la variabilità nei modelli di scansione dei volti. Modelli di scansione normativi sono, dunque, solitamente più probabili in adulti e adolescenti con ASD. Nello studio di McPartland et al. (2011), i colloqui clinici effettuati ai soggetti partecipanti, hanno suggerito un loro forte interesse sociale verso gli altri individui, nonostante le loro abilità sociali sottosviluppate. Da ciò deriva che individui autistici con tali caratteristiche potrebbero ottenere livelli più elevati di esposizione alle altre persone (e di conseguenza raggiungere una maggiore esperienza con i volti umani) e

mostrare, quindi, modelli normativi di visualizzazione. Sarà importante esaminare in future ricerche il trattamento del viso nell'ASD alla luce della motivazione sociale. A questo proposito, vi sono ricerche che dimostrano come caratteristiche di personalità associate alla motivazione sociale, come ad esempio, l'estroversione e l'introversione, modulano le risposte neurali ai volti (Cheung, 2010).

I risultati dello studio di McPartland et al. (2011) possono anche aver risentito delle distinzioni diagnostiche all'interno dello spettro autistico. L'assenza di modelli differenziali di attenzione visiva mostrati dal gruppo clinico e di controllo suggerisce la possibile conservazione di modelli normativi di elaborazione del volto nel sottogruppo diagnostico "Asperger" (Corden et al., 2008). Ricerche precedenti suggeriscono che anomalie nell'elaborazione del volto nei soggetti con ASD possono essere più probabili in individui con intelligenza inferiore (Teunisse & de Gelder, 2003). Anche se nello studio, l'abilità di riconoscimento non aveva correlazione con il QI, l'influenza della capacità cognitiva non può essere esclusa.

In ultimo, ad aver influenzato le prestazioni dei partecipanti alla ricerca di McPartland et al. (2011), può essere stata pure la storia relativa all'intervento riabilitativo; il contatto visivo è, infatti, un obiettivo comune nelle terapie psico-educative.

In definitiva, i risultati del lavoro di McPartland et al. (2011), mostrano l'eterogeneità nella manifestazione dei deficit sociali da parte dei soggetti con ASD e suggeriscono che le valutazioni in contesti naturali sono necessarie e importanti per quantificare l'atipicità di processi come l'attenzione visiva.

## **2.7 Riconoscimento di stimoli sociali e non sociali in bambini con ASD**

La maggior parte degli studi sul riconoscimento del volto in popolazioni con ASD, ha esaminato bambini grandi e adulti, sebbene, tale capacità si sviluppi già entro i primi mesi di vita. L'attenzione al volto e la sua elaborazione sono, infatti, una delle prime espressioni d'impegno sociale dell'individuo. I neonati mostrano una preferenza visiva per il volto (Morton & Johnson, 1991; Maurer & Barrera 1981; Goren et al., 1975) e sono in grado di formare rapidamente rappresentazioni del viso per il suo riconoscimento (Bushnell, 2001; Pascalis et al., 1995; Walton & Bower 1993). Inoltre, i bambini piccoli negli studi elettrofisiologici esibiscono potenziali cerebrali evento-correlati differenti per i volti familiari vs non familiari (de Haan & Nelson 1997). In conformità a queste evidenze, i

risultati ottenuti nei lavori con i bambini più grandi con ASD, possono riflettere, dunque, soltanto il punto finale di un processo emerso ben prima.

Sebbene i bambini molto piccoli non siano stati abitualmente inclusi nei paradigmi sperimentali che indagano la percezione e il riconoscimento di stimoli sociali come il volto, studi comportamentali rivelano che i bambini con ASD cominciano a mostrare un'anormale esplorazione degli oggetti dal loro primo compleanno (Ozonoff et al., 2008) e presentano invece relativa competenza in compiti che coinvolgono la discriminazione visiva e l'abilità di categorizzazione (Chawarska et al., 2009). In contrasto al deficit di elaborazione visiva delle informazioni sociali, diversi lavori hanno evidenziato nei soggetti con ASD una migliore elaborazione percettiva d'informazioni non sociali (Mottron et al., 2006). Ad esempio, gli individui con autismo sarebbero più competenti dei soggetti con normale sviluppo nell'individuare figure incorporate in stimoli progettati a blocchi (Shah & Frith, 1993). Sono più veloci dei bambini normali quando impegnati in compiti di ricerca visiva (Plaisted et al., 1998) e rispondono atipicamente all'intereferenza delle caratteristiche "locali" in un compito d'identificazione di numeri (Rinehart et al. 2000). Inoltre, i bambini con ASD non sono così sensibili alle illusioni visive come i loro coetanei con sviluppo tipico (Ropar & Mitchell 1999; Happe, 1996). Più di recente, è stato infine suggerito che i bambini con ASD utilizzano uno stile di elaborazione dell'informazione visiva più orientata al dettaglio (Muller & Nussbeck 2008; Sasson et al. 2008).

Uno studio svolto su bambini piccoli con ASD sul loro riconoscimento di volti e oggetti, è stato quello di Bradshaw, Shic e Chawarska (2011). La ricerca è stata realizzata al fine di replicare ed estendere i risultati ottenuti da loro precedenti studi (Chawarska & Shic, 2009). Sebbene la compromissione del riconoscimento del volto fosse stata trovata in bambini con ASD di due anni di età (Chawarska & Shic, 2009; Chawarska & Volkmar, 2007), non era chiaro se questo deficit fosse limitato al volto oppure generalizzato anche a stimoli non sociali. A tal fine, è stato esaminato, in bambini con ASD e con normale sviluppo (SN), di 3 anni di età, il riconoscimento di un complesso blocco (costituito da varie figure geometriche), di un oggetto e di un viso. Il riconoscimento del blocco, del volto e dell'oggetto, è stato testato attraverso l'uso del paradigma Visual Paired Comparison (VPC) (Pascalis & de Haan 2003; Fantz, 1964), costituito da una fase di familiarizzazione e una di riconoscimento. Nella fase di familiarizzazione, un certo stimolo è stato presentato per un determinato periodo di tempo. La fase successiva, quella cioè del riconoscimento, ha previsto invece che lo stimolo familiare fosse presentato contemporaneamente ad uno nuovo dalla stessa classe. Nel paradigma VPC, il

riconoscimento di uno stimolo può essere dedotto da un tempo significativamente più lungo con cui il soggetto guarda lo stimolo nuovo (preferenza per la novità) o lo stimolo familiare (preferenza per la familiarità) (Pascalis & de Haan 2003; Kaplan et al., 1990).

Bradshaw, Shic e Chawarska (2011) avevano ipotizzato che i bambini con ASD non avrebbero mostrato nel riconoscimento un deficit globale ma piuttosto specifico per gli stimoli sociali. Inoltre, era stato previsto che entrambi i gruppi (con ASD e con SN) avrebbero elaborato semplici stimoli non sociali in modo simile, con conseguente successo nel riconoscimento degli oggetti. Infine, era stato ipotizzato che il gruppo con SN avrebbe trovato il complesso blocco troppo difficile da decodificare nella quantità di tempo a disposizione, a differenza del gruppo con ASD che avrebbe esibito invece performance superiori.

I risultati ottenuti dallo studio (Bradshaw, Shic & Chawarska, 2011), coerentemente con la precedente letteratura (Chawarska & Shic 2009; Klin et al., 1999), hanno rilevato che i bambini con ASD, a differenza dei coetanei con SN, avevano difficoltà a decodificare e a riconoscere il volto. Essi erano però abili a riconoscere oggetti nuovi e complessi blocchi, rivelando così una specifica compromissione sociale ed un vantaggio specifico per stimoli complessi non sociali. Tale vantaggio di elaborazione visiva è stato notato in una varietà di studi (Sasson et al., 2008; Happe' & Frith, 2006; Rinehart et al., 2000; Plaisted et al., 1998), in cui gli individui con ASD mostravano uno stile di processamento visivo più orientato al dettaglio, che permetteva di ottenere una performance superiore in compiti che presentavano stimoli progettati a blocchi. I bambini con SN mostravano, invece, abilità nel riconoscimento di volti e oggetti semplici ma non di blocchi complessi (Bradshaw, Shic & Chawarska, 2011).

Lo studio di Bradshaw, Shic e Chawarska (2011) suggerisce che poiché il lavoro è stato progettato per equiparare il tempo totale del “guardare” gli stimoli familiari, da parte di tutti i soggetti (con ASD e con SN), il fallimento nel riconoscimento del volto, da parte di soggetti con ASD, non può essere spiegato in termini di diminuzione di attenzione verso esso. Ciò suggerisce che la compromissione nel riconoscimento del volto nei bambini con ASD non dipende dalla semplice attenzione verso gli stimoli sociali, ma riguarda più in particolare la loro elaborazione.

Lo studio di Bradshaw, Shic, e Chawarska (2011) apre, inoltre, l'importante questione concernente le origini di strategie di elaborazione del volto meno efficaci, evidenti in bambini di 2-3 anni di età con ASD (Chawarska & Shic, 2009). S'ipotizza che una possibile causa sia la scarsa attenzione ai volti mostrata durante le prime fasi dello

sviluppo, che in seguito determinerà la nascita di strategie di processamento del volto immature o atipiche. Vista la precocità del deficit, si ritiene dunque fondamentale un intervento tempestivo rivolto all'elaborazione dell'informazione sociale, che permetta il successivo sviluppo della motivazione e dell'attenzione ai volti e alle persone.

Un altro studio interessato ad indagare il riconoscimento nei bambini piccoli con ASD, è stato quello svolto da Dawson et al. (2002). I ricercatori, nello specifico, erano decisi a valutare le risposte elettriche del cervello, in bambini tra i 3 e i 4 anni di età con ASD, a volti familiari e non familiari e a oggetti preferiti vs non preferiti. Erano interessati allo studio di questo processo nell'autismo per tre motivi: 1) perché la mancanza di attenzione ai volti può essere il primo modo in cui si manifesta la marcata disabilità nella cognizione sociale, in questo disturbo. Dall'analisi di videocassette in cui erano state registrate feste del primo compleanno, è emerso che la mancanza di partecipazione ai volti degli altri era l'unico migliore discriminatore tra i bambini di un anno con autismo vs quelli con sviluppo tipico (Osterling & Dawson, 1994). In secondo luogo, erano interessati a comprendere un fenomeno che vari studi avevano riscontrato in soggetti più grandi con ASD. Klin et al. (1999) hanno ad esempio scoperto che i bambini con ASD in età scolare, frequentanti le classi elementari, ottenevano più bassi punteggi nei test di riconoscimento del volto rispetto a bambini con disabilità dello sviluppo senza autismo. Medesimi risultati sono stati trovati da Boucher e Lewis (1992) e da Boucher, Lewis, e Collis (1998). Diversi lavori hanno rilevato una compromissione del riconoscimento del volto anche in adolescenti e adulti con ASD (Cipolotti, Robinson, Blair, & Frith, 1999; Hauk, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998; Jambaque, Mottron, Ponsot, & Chivron, 1998; Teunisse & DeGelder, 1994; Ozonoff, Pennington, & Rogers, 1990).

In terzo luogo, ritenevano che, data la precocità di sviluppo dei sistemi neurali che permettono il riconoscimento del volto, una possibile compromissione nell'elaborazione di quest'ultimo, fosse il primo indicatore di anomalo sviluppo cerebrale e dunque di autismo. Dawson et al. (2002) hanno, dunque, esaminato bambini di 3-4 anni di età con disturbo dello spettro autistico (ASD), con ritardo nello sviluppo e con sviluppo normale (SN). Si è deciso, in particolare, di utilizzare il metodo ERP perché non invasivo e facile da applicare, diversamente da altre tecniche d'imaging come la tomografia ad emissione di positroni (PET) o la risonanza magnetica funzionale (fMRI), che richiedono l'iniezione di sostanze radioattive o comportano che il soggetto resti immobile per lunghi periodi di tempo. Questi ultimi metodi sono, dunque, estremamente limitati nella loro applicabilità ai bambini gravemente compromessi dal punto di vista cognitivo o molto giovani. Il metodo ERP ad

alta densità comporta, al contrario, semplicemente l'applicazione di una rete di elettrodi bagnati sulla testa del bambino e non richiede l'abrasione del cuoio capelluto. E' stato utilizzato con successo per studiare l'attività cerebrale durante la percezione del linguaggio in bambini di 2 mesi di età (Dehaene-Lambertz & Dehaene, 1994). In una serie di studi di bambini piccoli, Nelson et al. (Nelson & Collins, 1991, 1992) hanno rilevato che modelli ERP distinti potrebbero emergere sia per volti familiari che non familiari. de Haan e Nelson (1997, 1999) hanno trovato ERP differenti ad un volto altamente familiare (cioè, il viso della madre del bambino) rispetto ad un volto femminile sconosciuto, in bambini di 6 mesi di età.

I risultati dello studio di Dawson et al. (2002) hanno mostrato che sia i bambini con SN sia quelli con ritardo dello sviluppo presentavano risposte ERP differenziali al volto della loro madre vs un volto non familiare e ad un giocattolo preferito vs uno sconosciuto. E 'da notare che i bambini con sviluppo tipico mostravano trattamento differenziale del "familiare" rispetto a stimoli sconosciuti, nelle prime fasi percettive di elaborazione, mentre i bambini con ritardo dello sviluppo lo mostravano solo nelle fasi successive. In contrasto con i bambini con SN e con ritardo dello sviluppo, i bambini con ASD non hanno presentato una risposta cerebrale elettrica differente al volto della madre vs al volto di una sconosciuta ma l'hanno presentata rispetto ad un giocattolo preferito vs non preferito. I loro ERP agli oggetti erano molto simili a quelli dei bambini con SN corrispondenti per età cronologica. Similmente ai bambini con sviluppo tipico, i bambini con ASD hanno mostrato attività cerebrale differenziale nelle prime fasi di elaborazione dell'oggetto.

A questo punto ci si chiede quale sia la spiegazione del motivo per cui i bambini con ASD non mostrano risposte cerebrali differenti al volto della loro madre vs ad un volto sconosciuto. S'ipotizza che una possibile spiegazione derivi dal fatto che esiste un sistema geneticamente specializzato per l'elaborazione del viso (Farah, Rabinowitz, Quinn, & Liu, 2000; Farah, Wilson, Drain, & Tanaka, 1998) e che l'autismo comporti un'anomalia genetica di questo sistema. Si ritiene che vi sia, nello specifico, un mal funzionamento del giro fusiforme. Quest'ultimo può svolgere un ruolo nello sviluppo anormale del sistema di elaborazione volto nell'autismo (Carver & Dawson, in corso di stampa). Si suppone che le anomalie nell'elaborazione del volto possano essere correlate ad anomalie di attenzione sociale, e, più in particolare, che i meccanismi neurali che attirano naturalmente l'attenzione del bambino normale agli occhi, sono disfunzionali nell'autismo. Tali meccanismi solitamente facilitano lo sguardo reciproco e l'acquisizione di conoscenze sulle intenzioni e sulle espressioni facciali degli altri. Nei soggetti autistici, ci può essere una

deprivazione di queste informazioni derivata dalla mancanza di attenzione ai volti delle altre persone. Anche se poco si sa su come il disturbo dello spettro autistico si manifesti nella prima infanzia, gli studi svolti sulla base di osservazioni di videoregistrazioni realizzate a casa, suggeriscono che bambini tra gli 8 e i 10 mesi di età i con ASD, possono essere distinti dai bambini con sviluppo tipico per la loro incapacità di orientarsi agli stimoli sociali (Werner, Dawson, Osterling, & Dinno, 2000). È interessante notare che, nello studio di un bambino il cui sviluppo è stato monitorato dalla nascita fino ai 2 anni di età, si è potuto constatare che egli mostrava risposte sociali normali prima dei 6 mesi di età; lo stesso però non è accaduto nella seconda metà del primo anno, quando il soggetto tipicamente sviluppa risposte sociali come impegnarsi in un reciproco gioco imitativo (Dawson, Osterling, Meltzoff, & Kuhl, 2000). Anche se le conclusioni non possono essere basate su un singolo caso di studio, queste osservazioni suggeriscono che la mancanza di una normale attenzione sociale da parte dei bambini con autismo riflette una compromissione nel sistema neurale che emerge durante la seconda metà del primo anno di vita. Dawson et al. (Dawson, Carver, & McPartland, 2000a, 2000b) hanno suggerito che questa mancanza di attenzione sociale intenzionale, sia legata ad una difficoltà fondamentale nel formare rappresentazioni del valore degli stimoli sociali. Rappresentazioni di questo genere cominciano a motivare e dirigere l'attenzione alle persone, dalla seconda metà del primo anno di età (Ruff & Rothbart, 1996). Sviluppare tali rappresentazioni può essere difficile per i bambini con autismo perché il feedback della ricompensa sociale (ad esempio, un sorriso in risposta a un comportamento) è meno prevedibile e, dunque, più variabile rispetto ad una ricompensa non sociale (ad esempio, un suono in risposta a spingere un pulsante) (Dawson & Lewy, 1989). Gergely e Watson (1999) hanno dimostrato che a differenza dei bambini con normale sviluppo, i bambini con autismo mostrano una forte preferenza per risposte altamente contingenti e non variabili. L'attenzione del bambino normale è attirata da feedback contingenti imperfetti caratteristici delle interazioni sociali, mentre il bambino con autismo è attirato da feedback meno variabili di stimoli non sociali (Gergely & Watson, 1999; Dawson & Lewy, 1989). Ciò potrebbe tradursi nei soggetti con ASD in una mancanza di attenzione agli stimoli sociali, come i volti, e in una sorta di privazione di normali esperienze di apprendimento relative ad essi. È probabile che la ricompensa sociale svolga un ruolo importante nel consolidamento del ricordo di esperienze emotive e di stimoli emotivamente “carichi”, come i volti e le espressioni facciali. L'amigdala gioca un'importante funzione nel valutare il significato emotivo di uno stimolo e nel migliorare il suo ricordo. C'è una crescente

evidenza in tal senso (Phelps & Anderson, 1997). Se esiste una disfunzione dell'amigdala nell'autismo, ciò potrebbe contribuire a una perdita di consolidamento della memoria per gli stimoli sociali, come i volti e le espressioni facciali.

Il lavoro di Dawson et al. (2002) permette di affermare che poiché il disturbo dello spettro autistico in genere non è riconosciuto fino ai 3-4 anni di età, molti bambini con questo disturbo potrebbero non avere l'esperienza precoce necessaria per il normale sviluppo del sistema di elaborazione del volto. La diagnosi precoce in quest'ambito è di fondamentale importanza per evitare gli effetti secondari di questa disabilità (Dawson, Ashman, & Carver, 2000). Non è noto se un intervento tempestivo impedirebbe la piena manifestazione del disturbo ma l'evidenza suggerisce che l'intervento comportamentale intensivo precoce può avere un impatto significativo sui risultati ottenuti (Rogers, 1998; Dawson & Osterling, 1997; Lovaas, 1987). Tale prova, tuttavia, poggia su pochi studi; è necessaria pertanto la replica dei lavori con altri campioni. Studi comportamentali ed elettrofisiologici di bambini con sviluppo tipico suggeriscono un percorso di sviluppo prolungato del sistema di riconoscimento facciale, con modifiche sostanziali durante l'infanzia e l'adolescenza (Taylor, McCarthy, Saliba, & Degiovanni, 1999; Carey, 1992). E', dunque, possibile che l'intervento cominciato durante il periodo prescolare o anche più tardi, possa modificare sensibilmente il corso dello sviluppo del sistema di elaborazione del viso in bambini con autismo.

In conclusione il lavoro di Dawson et al. (2002) suggerisce che una compromissione del riconoscimento del volto nell'autismo esiste a partire dai 3-4 anni di età. La ricerca futura dovrà dunque cercare di comprendere se tale compromissione può servire come marker precoce comportamentale dell'autismo, e se tale danno può essere evitato da un intervento molto precoce.

## **2.8 Riconoscimento del volto basato su singole caratteristiche nell'ASD**

L'anomalia nella codifica e nella rappresentazione del viso è forse più evidente in una ridotta tendenza del soggetto autistico a dimostrare un "effetto d'inversione" del volto. Mentre negli adulti tipici, la precisione nel riconoscimento del viso diminuisce bruscamente quando gli stimoli sono presentati a testa in giù (Yin, 1969), lo stesso non avviene negli individui con autismo. Si ricorda che l'effetto d'inversione, negli adulti normali, avviene perché il volto, a differenza dell'oggetto, è elaborato principalmente in maniera olistica (trattamento obbligatorio di tutte le parti contemporaneamente); i volti

quindi sono percepiti e trattati non solo sulla base delle loro singole parti ma di un insieme globale in cui le relazioni spaziali tra le caratteristiche assumono un ulteriore significato. L'inversione sconvolge questa forma di trattamento, e, di conseguenza, le facce rovesciate sono percepite ed elaborate in un modo più frammentato, tipico degli oggetti. L'effetto d'inversione quindi, nei soggetti autistici, non è presente nella stessa misura e addirittura la loro performance spesso migliora quando devono riconoscere volti invertiti (Tantam, Monaghan, Nicholson, & Stirling, 1989; Hobson et al., 1988 a; Langdell, 1978). Ciò suggerisce che volti e oggetti sono trattati allo stesso modo da parte di soggetti con tale disturbo.

È interessante, inoltre, notare che l'effetto d'inversione aumenta con l'età per gli individui con sviluppo tipico. I tassi di precisione per il riconoscimento del volto, da parte dei bambini più piccoli, non sono compromessi quando le facce sono presentate capovolte, mentre diminuiscono per i bambini più grandi e gli adulti (Carey, 1996). La spiegazione principale di questo fenomeno è da attribuire al fatto che i bambini più piccoli si basano prevalentemente su una strategia frammentaria per la codifica e la memoria dei volti, mentre i bambini di almeno 10 anni di età e gli adulti comprovano una maggiore dipendenza da un trattamento globale (Carey & Diamond, 1994; Diamond & Carey, 1986). Un aumento dell'effetto d'inversione legato all'età può riflettere, quindi, una tendenza evolutiva verso una maggiore propensione ad elaborare il volto in maniera olistica. A supporto di ciò alcuni studi evidenziano che, mentre il trattamento dei lineamenti del viso è relativamente maturo nei bambini, l'elaborazione delle relazioni tra le parti migliora in età adulta (Mondloch & Le Grand, Maurer, 2002). Una sensibilità sempre maggiore a un'elaborazione globale è sottesa, quindi, a livelli più sofisticati di trattamento del viso; processo differente rispetto a quello adottato per gli oggetti (Gauthier, Williams, Tarr, & Tanaka, 1998; Gauthier & Tarr, 1997; Tanaka & Gauthier, 1997).

Sebbene ancora da verificare sperimentalmente, diversi studi suggeriscono che il pattern normativo di elaborazione del volto, non possa avvenire nei soggetti autistici. Essi, infatti, sono insensibili a una sua elaborazione globale e anche in età adulta non presentano compromissione in conseguenza dell'effetto d'inversione (Tantam, Monaghan, Nicholson, & Stirling, 1989; Hobson et al., 1988 a; Langdell, 1978). Ciò suggerisce che non sviluppano una competenza per le facce né possono imparare a trattarle come una categoria speciale di stimoli. Weeks e Hobson (1987) sostengono questa conclusione dimostrando che i bambini e i giovani adulti con autismo, di età compresa tra gli 8 e i 22 anni, tendono a ordinare una serie di fotografie del viso sulla base delle singole caratteristiche, mentre i

controlli abbinati per età, fanno riferimento ad un trattamento più elaborato che riguarda l'insieme (cioè, si basano sulle espressioni visualizzate).

Uno studio di Shultz et al. (2000) ha posto l'accento sul fatto che gli individui con prosopagnosia (condizione in cui si possono etichettare correttamente gli oggetti ma non distinguere i volti), sono compromessi quando devono rilevare cambiamenti globali del volto derivanti da modifiche delle sue singole parti. E poiché questi ultimi, caratterizzati spesso da lesioni del giro fusiforme (FG), dimostrano deficit nella percezione totale del volto ma non nella percezione di stimoli non facciali, si può parimenti anticipare questa compromissione negli individui con ASD, popolazione che mostra anch'essa poca o nessuna attivazione dell'FG, in risposta ai volti.

I risultati presentati portano, quindi, a concludere che lo stile di elaborazione tipico dei soggetti autistici mette in serio pericolo sia il riconoscimento dell'identità (nella quale, in assenza di una singola caratteristica saliente, diventa importante l'elaborazione olistica) sia il riconoscimento delle emozioni (dove la lavorazione simultanea di più parti può essere di aiuto nella rilevazione dell'espressione facciale).

## **2.9 Riconoscimento di volti in soggetti con ASD e nei loro genitori**

Studi riguardanti l'elaborazione e il riconoscimento del volto nei bambini con disturbo dello spettro autistico a basso funzionamento, hanno evidenziato l'atipicità del processo (Grelotti, Gauthier, & Schultz, 2002; Marcus & Nelson, 2001; Baron-Cohen, 1995; Hobson, Ouston, & Lee, 1988a, b). E' stato, infatti, mostrato un deficit da parte di questi soggetti nel riconoscimento e nella memorizzazione del volto, contrariamente a quanto avviene nel caso di riconoscimento e memorizzazione degli oggetti, meccanismo che sembra risultare intatto (Dawson et al., 2002; Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998).

Un lavoro svolto da Dawson et al. (2002) ha evidenziato che non vi è alcuna differenza nell'elaborazione del volto della madre e di un volto non familiare in bambini con ASD dai 3 ai 4 anni, diversamente da quanto, invece, avviene nel caso dell'elaborazione di un giocattolo preferito e di un oggetto non familiare, in cui vi è una differenza al quanto significativa. Allo stesso modo, Hauck et al. (1998) hanno mostrato che bambini con autismo infantile di circa 9 anni di età presentano una ridotta capacità di memoria per i volti e una memoria intatta per quanto riguarda gli oggetti, rispetto ai controlli con sviluppo tipico corrispondenti per età mentale. La memoria dei volti si è rivelata atipica

anche negli adolescenti ad alto-funzionamento e negli adulti con ASD (M età = 28.7), comparati alle controparti con normale sviluppo (Williams, Goldstein, & Minshew, 2005). Ad oggi, ci sono solo pochi studi in cui è stata investigata la memoria e il riconoscimento dell'oggetto insieme all'elaborazione del volto, nei bambini con autismo ad alto-funzionamento di età scolare (McPartland, Webb, Keehn & Dawson, 2011).

Nonostante le crescenti prove riguardanti la possibilità che i disordini dello spettro autistico siano genetici ed ereditabili (El-Fishhawy & State, 2010), rimangono poco studiate le potenziali anomalie nel riconoscimento e nella memoria visiva di genitori di bambini con ASD ad alto-funzionamento. Essendo stato, tra l'altro, confermato che la percezione dei volti è un'abilità ereditabile (Anokhin, Golosheykin, & Heath, 2010; Wilmer et al., 2010; Zhu et al., 2010), è possibile sostenere che il deficit nella memoria dei volti dei bambini con ASD possa essere ereditata dai loro genitori con o senza sintomi di ASD. Alcune ricerche hanno evidenziato che genitori di bambini autistici mostrano anch'essi un significativo decremento della capacità di riconoscere i volti, rispetto alle loro capacità spaziali, visive e verbali. Inoltre, gli studi hanno messo in luce che questi utilizzerebbero strategie di elaborazione del volto diverse da quelle normative (Adolphs, Spezio, Parlier, & Piven, 2008; Dawson et al., 2005). Padri di bambini con autismo riportano di avere problemi di funzionamento attentivo ed esecutivo (Hughes, Leboyer, & Bouvard, 1997), che potrebbero contribuire alla mancanza di strategie di memorizzazione dei volti. Per il resto, le abilità di memoria a breve termine o il Quoziente di Intelligenza Verbale (QIV) di genitori di bambini autistici, senza storia di difficoltà cognitive relative al linguaggio, risultano intatte o migliori di quelle dei genitori di bambini con sviluppo tipico, con difficoltà di apprendimento o con sindrome di Down (Schmidt et al., 2008; Folstein et al., 1999; Fombonne, Bolton, Priore, Giordania & Rutter, 1997).

In conseguenza dell'esiguità degli studi relativi all'associazione tra memoria visiva nei bambini con ASD ad alto-funzionamento e stessa memoria nei loro genitori, Kuusikko-Gauffin et al. (2011) hanno condotto uno studio in tal senso. Nello specifico, l'obiettivo era di investigare la memoria dei volti e la memoria e il riconoscimento degli oggetti in bambini autistici ad alto-funzionamento (HFA) o con sindrome di Asperger (AS) (con un  $QI > 90$  e un'età media di 11 anni), e nei loro genitori. I risultati hanno confermato le precedenti evidenze ovvero che nei bambini con ASD la memoria per i volti è danneggiata mentre resta intatta la performance per quanto riguarda la memoria visiva degli oggetti, che addirittura migliora, quando comparata con quella delle controparti con sviluppo tipico. È interessante notare che il lavoro mette per la prima volta in luce come lo stesso

pattern di risultati sia stato trovato per i genitori; oltre al fatto che evidenzia come l'associazione tra memoria del viso in bambini con ASD e memoria facciale nei loro genitori sia molto più forte di quella riscontrata nei gruppi di controllo. Tuttavia, alcune domande rimangono ancora aperte e cioè se sia a causa della somiglianza genetica o dell'ambiente sociale in cui i bambini trascorrono i loro primi anni di vita, che questi ultimi condividono la debolezza relativa alla memoria del viso con i loro genitori. Inoltre, ci si chiede se la compromissione della memoria facciale sia un sintomo fondamentale dell'ASD o solo una capacità ereditata che sfida lo sviluppo delle abilità sociali nei soggetti con disturbo dello Spettro Autistico.

Dai risultati della ricerca di Kuusikko-Gauffin et al. (2011), si evince, inoltre, che la memoria del viso dei bambini con HFA / AS sembra migliorare con l'età e ciò potrebbe essere dovuto allo sviluppo cognitivo e alla maturazione di alcune aree del cervello, oltre che ai cambiamenti ambientali o dei propri interessi durante l'immissione nell'adolescenza. Partecipare sempre più spesso ad attività sociali in cui le informazioni sono lette osservando il volto dell'altro, permette, infatti, di fare pratica con il viso altrui. I bambini con ASD, inoltre, man mano che crescono ricevono sempre più interventi clinici rispetto alle abilità sociali e ciò può spiegare la scoperta di una differenza non significativa tra i gruppi di adolescenti partecipanti alla ricerca, rispetto al compito di memoria del viso. Quest'ultima condizione potrebbe anche spiegare la constatazione del fatto che il gruppo di genitori di bambini con ASD presenta deficit nella memoria facciale, diversamente dai figli; mentre questi ultimi, infatti, ricevono l'intervento, i genitori no.

La stessa domanda riguardo all'influenza dei fattori genetici o ambientali, può essere posta relativamente alle competenze avanzate di riconoscimento dell'oggetto visivo in bambini con HFA / AS e nei loro genitori. La tendenza cioè a favorire i dettagli anziché il tutto è qualcosa che i bambini con HFA / AS imparano nel loro ambiente di sviluppo o dipende da un fattore genetico? Per rispondere a queste domande si avrà di certo bisogno di ulteriori studi in proposito.

In sintesi, i bambini con HFA / AS appaiono evidenziare ritardo nell'acquisizione della memoria del viso e un buon riconoscimento visivo di oggetti inanimati. I genitori di bambini con HFA / AS sembrano condividere con i propri figli tali punti di forza e di debolezza ed è proprio per questo motivo che nella terapia con queste famiglie, i clinici dovrebbero considerare di focalizzarsi, almeno all'inizio, più sulle cognizioni che sulle emozioni.

## **2.10 Riconoscimento di volti familiari e non familiari nell'ASD**

La capacità di riconoscere volti sconosciuti e volti familiari è un aspetto importante del funzionamento sociale. Per tale motivo, quest'abilità è stata ampiamente studiata sia nello sviluppo tipico sia in quello atipico, come il disturbo dello spettro autistico.

Lo stile di elaborazione dei volti, nello sviluppo tipico, riflette una progressiva evoluzione dal semplice basarsi sulle singole caratteristiche a un maggiore affidamento sul rapporto spaziale tra le parti (Maurer, Le Grand & Mondloch, 2002; Carey & Diamond, 1994). Vi sono prove che emerge con l'età, una differenza di processamento di volti noti e non noti (Bonner & Burton, 2004; Want, Pascalis, Coleman, & Blades, 2003; Campbell et al., 1995). I bambini inizialmente riconoscono i volti familiari e non familiari utilizzando lo stesso metodo, da adulti, invece, gli stessi stimoli sono trattati in modo diverso (Burton, Wilson, Cowan, & Bruce, 1999). Un importante aspetto in questa evoluzione è che le parti interne del viso sono maggiormente invocate per il riconoscimento del volto familiare, mentre le parti esterne per il riconoscimento dei volti sconosciuti (Want et al., 2003; Hancock, Bruce, & Burton, 2000; Bruce et al., 1999; Ellis, Pastore, & Davies, 1979). Questa differenziazione nello stile di elaborazione emerge a partire dai 7 anni di età. Neonati e bambini piccoli si basano esclusivamente sulle parti esterne del viso per il riconoscimento sia di volti familiari che non familiari, mentre durante l'infanzia e l'età adulta, i soggetti si basano, invece, sulle caratteristiche esterne per il riconoscimento dei volti sconosciuti (Want et al., 2003) e su quelle interne per il riconoscimento dei volti familiari (Bonner & Burton, 2004). Bonner e Burton (2004), nel loro studio, hanno mostrato ad alcuni bambini fotografie di compagni di classe e successivamente hanno chiesto loro di decidere se le immagini presentate, raffiguranti il soggetto secondo diverse prospettive, ritraessero o meno la stessa persona. I volti dovevano perciò essere riconosciuti sulla base delle loro componenti esterne o interne. Il lavoro è servito a dimostrare che all'aumentare dell'età, i volti erano più accuratamente abbinati facendo riferimento alle sue caratteristiche interne.

La ricerca sull'elaborazione del viso nei bambini con ASD, si è prevalentemente concentrata sul riconoscimento dei volti sconosciuti. Deficit e anormalità nell'ambito sono stati riscontrati tramite l'utilizzo di compiti di corrispondenza/identità (Klin et al., 1999; Davies, Bishop, Manstead, & Tantam, 1994; de Gelder, Vroomen, & van der Heide, 1991) e di compiti d'inversione (Hobson, Ouston, & Lee, 1988). I risultati di questi studi hanno mostrato che il deficit di elaborazione può essere dovuto alla difficoltà nel trattamento della configurazione facciale. Ad esempio, Hobson et al. (1988) e Joseph e Tanaka, (2003)

hanno rilevato che i bambini con ASD non mostrano il solito decremento nel riconoscimento quando la configurazione viene alterata per via dell'inversione o della fusione delle facce. Tuttavia, altri ricercatori (Rouse, Donnelly, Hadwin, & Brown, 2004; Hadjikhani et al., 2004; Joseph & Tanaka, 2003) hanno trovato risultati opposti e cioè un processo di elaborazione del volto non familiare intatto; suggerendo, così, che i soggetti con ASD risultano comunque capaci di un'elaborazione configurale. Tale evidenza è stata notata sia in compiti comportamentali (Rouse, Donnelly, Hadwin, & Brown, 2004; Joseph & Tanaka, 2003) che di neuroimaging (Hadjikhani et al., 2004), i quali hanno evidenziato una normale attivazione della zona fusiforme del viso (FFA) in soggetti con tale disturbo. Solo un gruppo di studiosi ha investigato lo stile di elaborazione del volto non familiare, in bambini con ASD, utilizzando le parti interne ed esterne del viso (Rondan, Gepner, & Deruelle, 2003). I bambini dovevano decidere quale dei due stimoli-facciali corrispondesse al volto posto sopra. I volti da abbinare erano mostrati sia nelle loro parti interne che esterne. I risultati hanno mostrato che mentre i bambini con ASD non esibivano nessuna differenza nell'abbinamento basato sulle caratteristiche interne o esterne del viso, i bambini con ritardo dello sviluppo e i bambini con sviluppo tipico, mostravano il solito vantaggio quando facevano riferimento alla parte esterna della faccia (Rondan, Gepner, & Deruelle, 2003).

Per quanto riguarda la ricerca sul riconoscimento dei volti familiari nell'ASD, gli studi sono ancora esigui. Langdell (1978) ha rilevato ad esempio che i bambini con ASD riconoscono i coetanei familiari osservando i tratti del viso inferiori, mentre i controlli con sviluppo tipico guardano più le caratteristiche facciali superiori. Nel 1998, Boucher, Lewis e Collis hanno investigato il riconoscimento del volto familiare, chiedendo a bambini con ASD di posizionare le fotografie di adulti familiari, frequentanti la loro scuola, in una scatola, e le fotografie dei volti non familiari in un'altra scatola. Gli studiosi hanno scoperto che, rispetto al gruppo con ritardo dello sviluppo, i bambini con ASD non erano più accurati nel mettere i volti nelle giuste scatole.

In conformità all'evidenza che i bambini con sviluppo tipico, dai sette anni di età, elaborano meglio i volti sconosciuti se si basano sulle caratteristiche esterne, mentre elaborano meglio quelli familiari se si basano sulle parti interne, lo studio di Wilson et al. (2007) ha voluto indagare se bambini di età superiore ai sette anni, con ASD, mostrano anch'essi la tendenza a basarsi sulla parte interna per l'elaborazione di volti familiari. La presentazione di parti interne ed esterne del viso è stata nuovamente l'unica tecnica in grado di distinguere, in maniera affidabile, tra il modo in cui sono elaborati i volti noti e

quello in cui lo sono i volti non noti. I risultati (Wilson et al., 2007) hanno mostrato che sia il gruppo di soggetti con ASD sia il gruppo con ritardo dello sviluppo erano compromessi nel riconoscere i volti familiari in tutte e tre le condizioni (stimolo-faccia completo, stimolo-faccia con solo le caratteristiche interne e stimolo-faccia con solo le caratteristiche esterne), rispetto al gruppo con normale sviluppo (SN). Nonostante, però, i soggetti con ASD avessero ottenuto un punteggio di precisione nelle risposte, inferiore rispetto al gruppo con SN, in termini reali la loro performance era solo, leggermente, più bassa. I bambini con SN avevano, infatti, identificato correttamente il 98% dei volti, mentre i bambini con ASD ne avevano identificati il 91%. L'alta percentuale ottenuta dai bambini con ASD suggeriva, dunque, che hanno poca difficoltà a riconoscere i volti di persone familiari. Tali esiti contrastano, però, con quelli di Boucher et al. (1998), i quali hanno rilevato che i bambini con ASD sono meno accurati rispetto ai bambini con ritardo dello sviluppo, in un compito di riconoscimento del volto familiare. La differenza può essere ascritta al diverso tipo di compito presentato ai bambini partecipanti alla ricerca. Mentre nello studio di Wilson et al. (2007) si è usata la scelta forzata, Boucher et al. (1998) hanno utilizzato il compito del “mettere in una scatola”. I bambini, in quest’ ultimo caso, dovevano guardare la foto e decidere se ritraesse un volto per loro familiare, prima di posizionarlo nell’apposito box; il compito implicava, quindi, il confronto dell’immagine con il ricordo. La scelta forzata, invece, basata su una semplice capacità di abbinamento, richiedeva abilità di riconoscimento inferiori, comportando probabilmente una migliore performance (Joseph, Tanaka, 2003). Un’esecuzione migliore, da parte dei bambini con ASD, nello studio di Wilson et al. (2007), può anche essere stata ottenuta sulla base dell’età presa in esame ovvero 5 anni e 6 mesi contro i 4 anni e due mesi dello studio di Boucher et al. (1998).

Lo studio di Wilson et al. (2007) ha messo, inoltre, in evidenza l’aspetto importante che tutti e tre i gruppi di bambini presi in esame (con ASD, con SN e con ritardo dello sviluppo), esibivano lo stesso modello di elaborazione del volto; riconoscevano meglio, cioè, i volti sulla base delle caratteristiche interne anziché esterne. La mancanza di differenza di trattamento dello stimolo “viso familiare”, in bambini con ASD e con SN, è stata dimostrata anche dalla recente ricerca in cui è stata usata la fMRI, che ha mostrato nei primi modelli tipici di attivazione cerebrale durante l’osservazione di volti noti e un’attivazione atipica durante l’osservazione di volti sconosciuti (Pierce, Haist, Sedaghat, & Courchense, 2004; Pierce, Muller, Ambrose, Allen, & Courchense, 2001).

Lo studio di Wilson et al. (2007) ha, infine, dimostrato che l'intervento sul riconoscimento di volti familiari non è necessario nell'ASD, ma lo potrebbe essere per l'identificazione di volti nuovi e per l'apprendimento dell'interpretazione dell'espressione facciale (Hobson et al., 1988).

La mancanza di differenze di processamento dei volti familiari è in contrasto con le differenze riscontrate nell'elaborazione di facce sconosciute (Rondan et al., 2003). Ciò suggerisce che mentre i volti familiari sono trattati "in modo normale", i volti sconosciuti sono elaborati in modo diverso da quello dei bambini con sviluppo tipico (Rondan et al., 2003). Ulteriori studi dovrebbero, quindi, concentrarsi sul motivo per cui sono state trovate differenze nell'elaborazione di volti familiari e non familiari, in bambini con ASD. L'esatta natura dello stile di elaborazione può essere accertata mediante la combinazione di fMRI e compito di riconoscimento a scelta forzata.

## **2.11 Il Giro Fusiforme nell'ASD**

Studi di neuroimaging ed elettrofisiologici suggeriscono che il cervello degli individui con autismo, elabora i volti secondo una modalità più tipicamente usata nella processazione dell'oggetto (Pierce et al., 2001; Schultz et al., 2000). Si ritiene che la compromissione dell'elaborazione del volto dipenda da danni al giro fusiforme e all'amigdala, rete neurale cioè coinvolta nell'elaborazione della faccia (Dalton et al., 2005; Pelphrey et al., 2005, 2002; Schultz et al., 2000; Aggleton, 1992; Damasio, Damasio, & Van Hoesen, 1982). Studi ERP hanno rilevato una maggiore lentezza delle componenti di elaborazione del volto in adolescenti e adulti con ASD (O'Connor et al., 2005; McPartland et al., 2004) e hanno pure dimostrato che, in questi soggetti, le risposte cerebrali elettriche non differiscono durante la presentazione di volti conosciuti vs sconosciuti, contrariamente a quanto invece avviene in soggetti con sviluppo tipico (Dawson et al., 2002). Il giro fusiforme (FG), regione del cervello che si attiva massimamente di fronte allo stimolo "volto" nelle popolazioni con normale sviluppo, mostra, invece, una ridotta attivazione nei soggetti autistici, in risposta alla visione di volti sconosciuti. Uno studio di fMRI di Schultz et al. (2000) su soggetti con autismo ad alto funzionamento e sindrome di Asperger, ha mostrato una mancata attivazione della zona fusiforme del viso durante la processazione del volto. È interessante notare che durante la visualizzazione del viso, gli individui con autismo dimostrano maggiore attivazione in un luogo corticale solitamente deputato e coinvolto nell'elaborazione di oggetti. Gli studi suggeriscono, dunque, che

l'elaborazione percettiva dei volti nell'autismo è paragonabile a quella percettiva degli oggetti in persone con normale sviluppo (Dawson et al., 2002; Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998).

Sono state proposte due teorie per l'eziologia di queste anomalie (Pierce & Corchesne, 2000). La prima prevede l'esistenza di un sistema corticale, geneticamente determinato, specializzato nell'elaborazione del volto (Farah, Rabinowitz, Quinn, & Liu, 2000; Farah et al., 1998), disturbato nella sua formazione dalla presenza dell'autismo. Prove che attestano l'esistenza di un sistema innato specializzato nell'elaborazione del volto, derivano da diverse fonti. Una di queste è l'evidenza che i neonati in via di sviluppo preferiscono dirigere la propria attenzione verso lo stimolo-faccia rispetto ad altri pattern visivi di uguale complessità (Morton & Johnson, 1991; Goren, Sarty, & Wu, 1975), e che sono presto capaci di riconoscere volti individuali (Pascalis, de Schonen, Morton, Deruelle, & FabreGrenet, 1995; Johnson, Dziurawic, Ellis, & Morton, 1991). Lo studio di Tzourio-Mazoyer et al. (2002) indica che l'FG è attivo durante l'elaborazione del volto già nei primi anni di vita. Nella ricerca (Tzourio-Mazoyer et al., 2002) sono state presentate fotografie di volti di donne a bambini di 2 mesi di età e, utilizzando la tomografia ad emissione di positroni (PET), è stato scoperto che i loro pattern di attivazione cerebrale erano simili a quelli degli adulti, soprattutto per quanto riguarda l'attivazione dell'FG. Da questa spiegazione si potrebbe dedurre che le differenze neurostrutturali nel cervello di un soggetto autistico non permettono di recepire il volto come una speciale classe di stimoli visivi. L'esistenza di una tale compromissione impedirebbe, dunque, a un individuo autistico di attribuire un significato preferenziale al viso umano rispetto ad altri stimoli visivi presenti nell'ambiente; fenomeno che inevitabilmente impedirebbe lo sviluppo sociale normativo.

La seconda teoria ritiene, invece, che lo sviluppo di un sistema di elaborazione del volto sia fortemente dipendente dall'esperienza. Nelson (2001) e Morton e Johnson (1991) ipotizzano che le precoci capacità di processamento del volto derivano da un sistema neurale sottocorticale diverso da quello che emerge dai 6 mesi di età; questo sarebbe, infatti, meno fragile e più dipendente dall'esperienza. Tali cambiamenti nel sistema di elaborazione del volto possono riflettere una maggiore disponibilità del cervello a ricevere specifici tipi d'informazioni dall'ambiente (Greenough, Black, & Wallace, 1987). Questa disponibilità avviene in "periodi critici" determinanti ai fini dello sviluppo. Il soggetto, attraverso l'esperienza, impara a riconoscere il viso di chi si prende cura di lui e a distinguerlo da uno sconosciuto e apprende a comprenderne emozioni ed intenzioni. Il

ridotto interesse sociale nell'autismo comprometterebbe la normale esposizione del soggetto ai volti, e porterebbe, quindi, allo sviluppo di anomalie nel loro processamento. Si sostiene, dunque, che lo status di stimolo "speciale" dato al volto umano, da parte delle popolazioni con sviluppo tipico, non è una caratteristica innata ma piuttosto un prodotto di fattori esperienziali ed esposizione regolare a esso. I ricercatori (Gauthier, Skudlarski, Gore, & Anderson, 2000) che sostengono questa ipotesi ritengono che l'FG si attiva non solo in risposta ai volti umani, ma anche in risposta a qualsiasi stimolo che viene sapientemente elaborato da un particolare individuo. La specializzazione del giro fusiforme sarebbe, quindi, influenzata dall'esperienza e dalla competenza. Gauthier et al. (2000) hanno dimostrato, a tal proposito, che soggetti esperti di categorie non facciali (come uccelli e macchine) esibiscono una maggiore attivazione dell'FG rispetto ai controlli non esperti (Gauthier, Skudlarski, Gore, & Anderson, 2000), e che il training dei partecipanti a diventare esperto in una nuova classe di oggetti, porta ad aumentare l'attivazione di quest'area (Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski, & Gore, 1999). Secondo questa prospettiva, quindi, individui con ASD non possono trattare i volti come stimoli speciali perché spendono una ridotta quantità di tempo nella loro percezione alla nascita, e di conseguenza, non sviluppano un'esperienza visiva per essi. L'esperienza, dunque, svolgerebbe un importante ruolo nello sviluppo anormale del sistema di elaborazione volto nell'autismo (Carver & Dawson, in corso di stampa).

Come Pierce e Courchesne (2000) hanno sottolineato, il pattern di attivazione cerebrale irregolare, presente nell'autismo, in risposta alle facce, può illuminare su un'altra importante questione controversa. L'FG è una regione modulare del cervello specializzata per l'elaborazione dei volti o è un substrato neurale, guidato dall'esperienza, dedicato a qualsiasi esperienza visiva ben sviluppata? Se l'FG non è esclusivamente selettivo per i volti, ma piuttosto alla base, in modo più flessibile, di un trattamento esperto di un qualsiasi stimolo visivo, gli individui con ASD devono dimostrare attivazione nell'FG all'interno di una particolare categoria di competenza. Poiché una caratteristica comune nei soggetti con autismo, è la presenza di un focus intenso e diretto su una particolare area d'interesse, la questione potrebbe essere affrontata senza significative difficoltà. La presenza di attivazione dell'FG, in tali individui, mentre guardano stimoli che rientrano nella loro area d'interesse, suggerirebbe che il sistema neurale associato all'elaborazione del volto nelle popolazioni tipiche, non è funzionalmente compromesso nell'autismo ma semplicemente poco attivo. Indagini future sono necessarie al fine di determinare il livello

di plasticità del sistema di elaborazione del viso, sia negli individui con sviluppo tipico che con autismo, al fine di orientare gli sforzi di intervento.

Infine, un profilo neurologico anormale per il trattamento del viso, in individui con autismo, può fornire una prima indicazione della possibile presenza del disturbo. Motivati dalla necessità di sviluppare una misura precoce affidabile per la rilevazione dell'ASD, Dawson et al. (2002) hanno introdotto un metodo efficace per discriminare, a partire dai 3 o 4 anni di età, i bambini con autismo da quelli con sviluppo tipico e con ritardo dello sviluppo. Utilizzando ERP ad alta densità, questi autori hanno dimostrato che a differenza di bambini con sviluppo tipico e con ritardo dello sviluppo, quelli con autismo non presentano pattern differenziali di attivazione cerebrale per volti e oggetti. Questa scoperta dà sostegno a studi sperimentali che dimostrano che i bambini con autismo processano in modo atipico i volti (Pierce, Miller, Ambrogio, Allen, & Courchesne, 2001; Schultz et al., 2000), e fornisce la prima prova convincente che la compromissione dell'elaborazione del volto esiste in questi individui già nei primi anni di vita.

## **2.12 Deficit nella rilevazione della similarità sé/altro in soggetti con ASD**

Il tema dell'elaborazione dell'informazione riguardante il "sé" nel disturbo autistico, è stato oggetto di diversi studi che hanno sottolineato come questi individui siano completamente focalizzati su di sé o comunque "estremamente egocentrici" (Asperger, 1944; Kanner, 1943). Dati più recenti hanno permesso di spiegare questo egocentrismo come dovuto a una "mancanza di visione di se stesso all'interno dei contesti sociali", oltre che ad una "mancanza di distinzione di sé dall'altro" (Mitchell & O'Keefe, 2008; Lee, Hobson, 2006, 1998).

Un recente lavoro svolto da Uddin et al. (2008), si è posto l'obiettivo di comprendere la natura della *rappresentazione del Sé* da parte di soggetti con tale disturbo, ponendo dunque l'accento sulla necessità di capirne le differenze non solo rispetto alla cognizione interpersonale (sociale) ma anche intrapersonale (auto-referenziale) (Lombardo, Barnes, Wheelwright, & Baron-Cohen, 2007). Lo studio (Uddin et al., 2008) ha quindi investigato la responsività del cervello a immagini del volto proprio e di altri, in bambini con ASD e con sviluppo normale (SN), volendo verificare se anche i primi reclutano, durante l'elaborazione del viso proprio e altrui, le stesse aree cerebrali dei coetanei con sviluppo tipico. Il paradigma da cui si è partiti prevedeva che nei bambini e negli adulti normali il riconoscimento del sé è accompagnato da notevoli cambiamenti in una rete dell'emisfero

destro che comprende il giro frontale inferiore e il lobulo parietale inferiore (Platek et al., 2006; Uddin, Kaplan, Molnar-Szakacs, Zaidel, & Iacoboni, 2005; Sugiura, Watanabe, Maeda, Matsue, Fukuda, & Kawashima, 2005). I risultati hanno mostrato che, mentre nei bambini con SN l'elaborazione della faccia propria e di altri coinvolge virtualmente una sovrapposta attività frontale destra, i bambini con ASD esibiscono tale attivazione solo quando visualizzano il proprio volto, o comunque presentano una minore azione dell'area durante la visione del volto altrui. In particolare è stato scoperto, grazie ad analisi cerebrali, un differente lavoro da parte del giro frontale inferiore destro (rIFG) (zona BA44 e BA45). Da ciò deriverebbe una possibile spiegazione dei disturbi sociali caratteristici dei bambini con ASD, dovuti quindi a un'alterazione dei meccanismi per la rilevazione della similarità sé-altro; probabilmente dipendenti appunto dal giro frontale inferiore destro. I ricercatori della cognizione sociale hanno, infatti, in precedenza suggerito che la comprensione dell'esperienza altrui può comportare l'attivazione di reti neurali affettive condivise, che ci consentono di "sentire le emozioni degli altri come se fossero le proprie" (de Vignemont, Singer, 2006). Vi è una sostanziosa letteratura che documenta l'esistenza di rappresentazioni neurali condivise che colmano il divario tra sé e gli altri in vari domini, come ad es. l'esperienza del dolore (Singer et al., 2004), del toccare (Keysers et al., 2004) e dell'emozione (Pfeifer, Iacoboni, Mazziotta, & Dapretto, 2008; Wicker et al., 2003). Questa condivisione è definita dagli studiosi in molteplici modi [ad es. "molteplicità condivisa d'intersoggettività", "sintonizzazione intenzionale" (Gallese, 2006), "rappresentazioni condivise" (Decety & Sommerville, 2003), "circuiti condivisi"], ma l'idea comune è che uno dei modi che l'individuo utilizza per dare senso al mondo sociale, è quello di attivare i medesimi sistemi cerebrali usati per sé in esperienze simili. La sovrapposizione della rappresentazione propria e degli altri nell'autismo può essere dunque compromessa, tanto che i soggetti colpiti da questo disturbo presentano poca empatia (Wakabayashi et al., 2007) e una teoria della mente danneggiata (Frith, 2001). Gli stessi ristretti interessi sociali possono riflettere la mancanza di apprezzamento di analogie sé-altro, risultato appunto di meccanismi di rispecchiamento alterati nel cervello di questi individui.

Possibile spiegazione del malfunzionamento dell'rIFG nei soggetti autistici, può essere il fatto che fin dalla tenera età manchi loro, a differenza dei loro coetanei con sviluppo tipico, la motivazione ad orientarsi verso gli stimoli sociali (Charman et al., 1998), ritenuti non gratificanti. Precedenti ricerche, a tal proposito, hanno dimostrato che quando i bambini con ASD sono istruiti a prestare attenzione ad aspetti specifici di stimoli sociali (es.

l'espressione del viso di una persona o un tono di voce), le risposte neurali si avvicinano maggiormente a quelle dei bambini con SN (Wang, Lee, Sigman, & Dapretto, 2006; Critchley et al., 2000). Così, mentre gli stimoli socialmente rilevanti come i volti degli altri non possono automaticamente attirare l'attenzione dei bambini con ASD (che sono meno guidati da motivazione sociale), istruzioni esplicite a dirigersi verso questi, può migliorare tale effetto. Lavori futuri dovrebbero, dunque, esaminare se modificando l'istruzione al compito (ad esempio chiedendo ai soggetti di rilevare la presenza dell'"altro"), è possibile "normalizzare" l'attività neurale dei bambini con ASD durante la visione dei volti altrui.

### **Capitolo 3**

Riconoscimento di sé e dell'altro in bambini con disturbo dello spettro autistico e bambini con normale sviluppo: un contributo di ricerca

### 3.1 Introduzione

Nell'attuale dibattito neuroscientifico sulla definizione e la comprensione del concetto di "Sé", uno dei temi centrali è il contributo del "senso del corpo" per la costruzione del senso di sé. Il corpo riveste, infatti, un cruciale ruolo nella vita dell'individuo; basti pensare al fatto che attraverso di esso s'interagisce con l'"altro" e col mondo in generale. La questione, dunque, di come gli esseri umani possano, da un punto di vista neurocognitivo, riconoscere le proprie parti del corpo, è stata oggetto di lunghe indagini, svolte attraverso sia studi di neuroimaging che comportamentali (Urgesi, Candidi, Ionta, & Aglioti, 2006; Gillihan et al., 2005; Urgesi, Berlucchi, & Aglioti, 2004; Downing, Yuhong, Shuman & Kanwisher, 2001), in bambini (Frassinetti, et al., 2012; Sui & Zhu, 2005) e adulti (Frassinetti et al., 2008, 2009, 2010; Morita et al., 2008; Frassinetti, Maini, Romualdi, Galante, & Avanzi, 2008; Jeannerod, 2003; Decety & Sommerville, 2003).

Si parla, nello specifico, di self-recognition (auto-riconoscimento), in altre parole capacità dell'individuo di riconoscersi come tale. Riconoscere se stessi e differenziarsi dall'altro è di fondamentale importanza per la vita sociale dell'essere umano. Lo sviluppo delle abilità cognitive, rende il bambino presto consapevole di essere un'entità separata (Neisser, 1991; Mahler, Pine, & Bergman, 1975) e ciò rappresenta il primo passo per il riconoscimento e la consapevolezza di sé.

Una vasta ricerca documenta che il primo segno indubitabile di autoriconoscimento avviene tra i 18 e i 24 mesi, quando il bambino si autoidentifica allo specchio (Nielsen & Dissanayake, 2004; Amsterdam, 1972). Altri studi supportano, invece, l'ipotesi che i bambini sviluppino la discriminazione sé-altro molto prima del riconoscimento del sé allo specchio (Rochat & Striano, 2002). Rochat e Striano (2002) hanno, infatti, scoperto che bambini già a 4 mesi di età sembrano percepire e agire diversamente quando posti di fronte all'immagine allo specchio di se stessi o di un'altra persona (lo sperimentatore) che li imita: i bambini sorridono di più e guardano per maggior tempo il volto altrui rispetto al proprio. Poiché i piccoli sono soliti guardare più a lungo gli stimoli nuovi rispetto a quelli già noti (Harel et al., 2010; Fants, 1964), si presume che le immagini raffiguranti il corpo degli altri, sono percepite come qualcosa di nuovo rispetto agli stimoli raffiguranti il proprio corpo. Questa evidenza suggerisce che già a 3-4 mesi di età i bambini hanno acquisito un certo livello di conoscenza della loro immagine corporea e che, quindi, sono in grado di discriminarla da quella di un altro sconosciuto.

Recenti evidenze neuroscientifiche suggeriscono che una rete neurale specifica è dedicata al riconoscimento del proprio corpo. Questa rete del cervello sembra essere, almeno

parzialmente, distinta da quella deputata all'elaborazione delle informazioni relative al corpo in generale (Sugiura et al. 2006; Myers and Sowden 2008; Hodzic et al. 2009). La maggior parte degli studi suggerisce che un ruolo privilegiato è rivestito dall'emisfero destro, ed in particolare, dal sistema fronto-parietale, che si attiverebbe non solo rispetto alla propria faccia ma anche alla propria voce e ad altri stimoli riguardanti il sé (Feinberg & Keenan, 2005; Platek et al., 2004; Decety & Chaminade, 2003; Keenan et al., 2003; Miller et al., 2001; Kircher et al., 2000; Keenan et al., 2000a). L'ipotesi della specializzazione dell'emisfero destro nel self-recognition, non è tuttavia universalmente accettata. Alcuni studi suggeriscono un coinvolgimento dell'emisfero sinistro o addirittura bilaterale (Turk et al., 2002, 2003).

È dunque ben accertato che gli adulti sani (Frassinetti et al., 2009, 2010; Morita et al., 2008; Frassinetti, Maini, Romualdi, Galante, & Avanzi, 2008; Jeannerod, 2003; Decety & Sommerville, 2003) elaborano il proprio volto o il proprio corpo in modo indipendente rispetto al modo in cui processano stimoli riguardanti l'altro (Frassinetti et al., 2010; Devue et al., 2007; Nelson, 2001), rivelando tra l'altro un *vantaggio del sé* (cosiddetto "self-advantage"), nel processare stimoli riguardanti il proprio corpo piuttosto che quello altrui (i soggetti si mostrano in questo caso più veloci e accurati) (Aranda, Ruz, Tudela, & Sanabria, 2010; Daprati, Wriessnegger, & Lacquaniti, 2007; Knoblich & Flach, 2003). Tale agevolazione può essere dimostrata sottoponendo l'individuo a un compito di *riconoscimento implicito del sé* durante il quale deve svolgere una prova di collegamento al campione (matching-to-sample) con fotografie di parti del corpo (mani, gambe, braccia e piedi) proprie e altrui, presentate tramite computer (Frassinetti et al., 2008). Si formula l'ipotesi che la facilitazione a elaborare le proprie parti del corpo rispetto a quelle altrui nel compito implicito, derivi da una perfetta corrispondenza tra lo stimolo corporeo osservato e una sua mappatura sulla rappresentazione senso-motoria del corpo (Frassinetti et al., 2008, 2009, 2010). Il riconoscimento esplicito del proprio corpo richiederebbe invece un processo cognitivo differente, che non elicitava la natura motoria del sé e di conseguenza non consente al self-advantage di emergere (Ferri et al. 2011).

La capacità di distinguere il Sé dall'Altro, è stata anche indagata rispetto ai bambini, esaminando se il substrato neurale di tale abilità sia in loro similmente lateralizzata come negli adulti. Un importante contributo in tal senso deriva da uno studio condotto da Frassinetti et al. (2012), dal quale è emerso che la capacità di identificare il proprio corpo è presente, in bambini con normale sviluppo, fin dai quattro anni di età e che i suoi correlati neurali sono, durante questa fase della vita, solo parzialmente assimilabili a quelli trovati

negli adulti (Frassinetti et al., 2008). L'emisfero destro, infatti, come in età adulta, è specializzato nell'elaborazione di parti del "proprio" corpo mentre l'emisfero sinistro risulta specializzato nell'elaborazione delle parti del corpo degli "altri" (correlazione che non sembra sussistere nella maturità).

L'importanza della distinzione sé-altro nella vita sociale dell'uomo, ha spinto gli studiosi a investigare il fenomeno non solo in soggetti con sviluppo tipico ma anche in pazienti con lesioni cerebrali e con disturbi come quello dello Spettro Autistico (ASD). In questi ultimi, infatti, emergono difficoltà nella rappresentazione e nella consapevolezza del proprio corpo (Ornitz, Ritvo, 1968). Negli ultimi tempi, le ricerche svolte nell'ambito dell'autismo hanno, quindi, indagato tale tematica, spostando così il loro focus dall'esclusiva comprensione della cognizione interpersonale ad una comprensione della cognizione intrapersonale (autoreferenzialità). Al momento poco si sa circa lo sviluppo del sistema neurale che supporta il riconoscimento di sé, e ancora meno si ha conoscenza dell'integrità di questo sistema, nell'autismo.

Un recente lavoro svolto da Uddin et al. (2008), partendo dal paradigma che prevede un preferenziale coinvolgimento del giro frontale inferiore destro nella rilevazione delle similarità sé-altro, si è posto l'obiettivo di verificare se i bambini con disturbo dello spettro autistico reclutassero, durante l'elaborazione, e dunque, il riconoscimento della faccia propria e degli altri, le stesse aree cerebrali dei bambini con sviluppo tipico. I risultati hanno mostrato che mentre l'elaborazione della faccia dell'altro e propria, coinvolge virtualmente una sovrapposta attività frontale destra nei bambini con sviluppo tipico, i bambini con ASD esibiscono tale attivazione solo quando visualizzano il proprio volto; nello specifico, i bambini con ASD attivano il giro frontale inferiore destro (rIFG) meno, rispetto ai loro coetanei con sviluppo normale, durante la visione del volto altrui. Ciò spiegherebbe le innumerevoli osservazioni cliniche riguardanti gli elevati livelli di comportamento focalizzato sul sé nell'autismo, i cui sintomi sembrano, dunque, derivare da una perdita di fondamentale apprezzamento della comunanza tra sé e gli altri; consapevolezza, appunto, mediata da un network neurale fronto-parietale destro.

Riguardo alla consapevolezza di sé nei bambini autistici, gli studi sperimentali hanno spesso rilevato risultati contraddittori. Alcuni lavori hanno, infatti, dimostrato una preservata elaborazione di sé e dell'altro in questi soggetti (Zamagni, Dolcini, Gessaroli, Santelli, & Frassinetti, 2011; Spiker & Ricks, 1984; Dawson & McKissick, 1984; Ferrari & Matthews, 1983; Neuman & Hill, 1978). Altri ne hanno, invece, evidenziato il deterioramento (Uddin et al., 2008; Mitchell & O'Keefe, 2008; Millward, Powell, Messer,

& Jordan, 2000; Frith & Frith, 1999; Lee, Hobson, 1998). Altri ancora, hanno scoperto danneggiati aspetti della consapevolezza di sé come l'uso dei pronomi personali (Fay, 1979), i giudizi mentali (Williams, 2010; Mitchell, O'Keefe, 2008; Happe & Frith, 1996), e la memoria autobiografica (Crane, Goddard, & Pring, 2010; Millward et al., 2000), trovando, invece, indenni aspetti concreti come il riconoscimento del proprio corpo. I bambini con disturbo dello spettro autistico sembrerebbero abili a confrontare la propria immagine speculare con la rappresentazione mentale della loro immagine corporea (Povinelli, 2001). Un recente lavoro del gruppo di F. Frassinetti (Gessaroli, Pellegrini & Frassinetti, 2013), volto a indagare il "self-advantage" in bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD) e con normale sviluppo (SN), ha scoperto che i bambini con ASD sono meno precisi nel riconoscimento delle parti del corpo o del viso (rispetto ai soggetti normali) ma che la loro performance migliora quando devono abbinare una parte del corpo o del viso "propria", mostrando dunque self-advantage come i soggetti con sviluppo tipico. È stato utilizzato, a tal proposito, un compito di corrispondenza al campione con stimoli del corpo e del volto, propri e di altri. Nello studio (Gessaroli, Pellegrini & Frassinetti, 2013), i bambini con ASD erano cronologicamente più vecchi dei bambini con normale sviluppo appartenenti al gruppo 1 (media ASD = 12,8 anni; SN1 = 8,5 anni) ma non differivano da loro per l'età mentale (media età mentale ASD = 8,2 anni; SN1 = 8,2 anni). I gruppi ASD e SN2 non differivano rispetto all'età cronologica (media ASD = 12,8 anni; SN2 = 13,6 anni) ma erano differenti per la loro età mentale (media età mentale ASD = 8,2 anni; SN2 = 8,9 anni). Il QI totale (verbale e di performance) di 13 bambini con ASD era compreso in un range tra 43 e 72, mentre quello dei restanti 4 variava tra 43 e 59.

È sulla base dei risultati contraddittori, di cui sopra, che s'inserisce il presente lavoro di ricerca, volto a indagare l'esistenza di riconoscimento implicito di "sé" e dell'"altro", in soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico (ASD), tra i 6 e i 12 anni di età, quindi appartenenti ad una fascia di età inferiore rispetto a quella valutata dal gruppo di F. Frassinetti (Gessaroli, Pellegrini & Frassinetti, 2013). Nello specifico, si è voluto esaminare se fosse presente un vantaggio nel riconoscimento implicito di proprie parti del corpo e propri oggetti (self-advantage), in un compito visivo in cui sono state presentate parti del sé, parti delle altre persone, e oggetti neutri. Il compito, tratto da quelli utilizzati dal gruppo di ricerca di F. Frassinetti (Frassinetti et al., 2008, 2010, 2013), è consistito nella presentazione sul display di un computer, di fotografie raffiguranti parti del corpo (volto, mano) e oggetti (zaino, scarpa, borsa). Per entrambe le categorie di stimoli sono stati previsti "tre gradi di vicinanza sociale": parti del corpo e oggetti appartenenti al soggetto

sperimentale (“self”; S), parti del corpo ed oggetti appartenenti alla madre (“other familiare”; OF), ed infine parti del corpo e oggetti appartenenti ad un altro sconosciuto (“other sconosciuto”; OS). I partecipanti sono stati tenuti a decidere quale delle due immagini allineate verticalmente (superiore o inferiore) corrispondesse allo stimolo centrale. Non è mai stato richiesto un riconoscimento esplicito del loro corpo (o del loro viso). La valutazione del compito è avvenuta tramite la misurazione del tempo di reazione (RTs). Le prestazioni dei bambini con ASD sono state confrontate con quelle dei soggetti con normale sviluppo. Diversamente dal lavoro di Gessaroli, Pellegrini e Frassinetti (2013), gli stimoli presentati raffiguravano non solo parti del corpo ma anche oggetti. È stato, inoltre, preso in esame oltre l’ “other sconosciuto” anche l’ “Other familiare” (la mamma). Infine, il QI totale dei soggetti con ASD aveva una media pari a 80.

L’ipotesi prevista era che i soggetti con ASD avrebbero impiegato tempi di risposta maggiori rispetto ai coetanei con SN, mostrando comunque un self-advantage preservato, soprattutto per quanto riguarda la categoria “oggetti”. I soggetti con ASD mostrano, infatti, un sistema di elaborazione degli oggetti preservato (Dawson et al., 2002; Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, Feinstein, 1998).

## **3.2 Materiali e metodo**

### *3.2.1 Partecipanti*

Due gruppi di bambini hanno partecipato alla ricerca: 1) 5 bambini autistici di età compresa tra i 6 e i 12 anni (M= 9.6 anni; DS= 2.3) e 2) 5 bambini con sviluppo normale di età compresa tra i 7 e i 9 anni (M= 7.6; DS= 0.8). Il gruppo dei bambini con disturbo dello spettro autistico era costituito da quattro maschi e una femmina, mentre quello dei bambini con sviluppo normale era costituito da due maschi e tre femmine.

Il gruppo di bambini con diagnosi di disturbo dello spettro autistico è stato selezionato da due strutture situate una in provincia di Brindisi (Centro di Cura e Riabilitazione “La Nostra Famiglia” di Ostuni) e una in provincia di Palermo (Scuola media F. P. Tesaro di Ficarazzi). Il disturbo dello spettro autistico è stato precedentemente diagnosticato seguendo i criteri per l’autismo del Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali, 4<sup>a</sup> ed. (DSM-IV; American Psychiatric Association, 1994) e somministrando l’ Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Signore, Rutter, e Le Couteur, 1994). Nessuno di loro, al momento della prova, presentava disturbi medici associati, né era caratterizzato da

deficit visivi. Il punteggio del quoziente intellettivo (QI) è stato misurato con il test WISC-III, somministrato durante una sessione differente da quella sperimentale. Il punteggio totale (QI totale, che comprende prove verbali e di performance) oscillava entro un range che andava da 50 a 108 (M= 80).

I soggetti con sviluppo tipico sono stati, invece, reclutati da due differenti popolazioni scolastiche provenienti da istituti palermitani (Istituto Comprensivo Statale G. Turrisi Colonna B. D'Acquisto e l'I.C.S. Perez- Madre Teresa di Calcutta). La selezione è avvenuta tenendo presente la necessità dell'assenza di deficit cognitivi, disturbi medici associati e deficit visivi.

I genitori dei bambini hanno firmato il consenso informato per autorizzare la partecipazione del figlio alla ricerca.

### *3.2.2 Stimoli e procedure*

Al fine di misurare, a livello comportamentale, il tempo di reazione (RTs) impiegato durante lo svolgimento di un compito di riconoscimento implicito di “sé” e dell’ “altro”, da bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD) e bambini con sviluppo normale (SN), è stato somministrato un compito di matching to sample. Il compito è consistito nella presentazione sul display di un computer, di fotografie raffiguranti parti del corpo e oggetti. Per entrambe le categorie di stimoli, sono stati previsti “tre gradi di vicinanza sociale”: parti del corpo e oggetti appartenenti al soggetto sperimentale (“self”; S), parti del corpo e oggetti appartenenti alla madre (“other familiare”; OF), ed infine parti del corpo e oggetti appartenenti ad un altro sconosciuto (“other sconosciuto”; OS). Le fotografie, presentate in scala di grigio, sono state scattate con una camera digitale (posta a circa 111 centimetri di distanza) in una sessione precedente all'esperimento (1 settimana prima). Questa sessione è stata condotta all'interno di una stanza con luce artificiale. Gli stimoli sono stati fotografati, inoltre, sempre nella stessa posizione (lato sinistro per stimoli corporei e oggetti come la scarpa). Le foto originali sono state modificate tramite il software Adobe Photoshop, pareggiate per luminosità e contrasto e presentate su uno sfondo bianco uniforme. Le immagini presentavano una dimensione di 5,38 cm per l'altezza e 4/6,35 cm per la larghezza. Gli stimoli rappresentavano parti del corpo (volto, mano) e oggetti (zaino, scarpa, borsa). Gli stimoli “OS” erano corrispondenti per genere ed età cronologica, rispetto a quelli di ciascun partecipante. Gli stimoli “S” per un partecipante, sono stati utilizzati come stimoli “OS” per un partecipante diverso.

### *3.2.3 Compito di matching to sample*

In ciascuna prova (trial) sono stati simultaneamente presentati 3 stimoli della stessa categoria, verticalmente allineati lungo la meridiana dello schermo del computer. Lo stimolo centrale è stato presentato all'interno di una cornice nera, rappresentando dunque lo stimolo target, da accoppiare allo stimolo posto in alto o in basso. Ciascuna prova iniziava con una croce centrale di fissazione.

I partecipanti erano seduti di fronte allo schermo del computer ad una distanza dal monitor di circa 30 cm. Il loro compito consisteva nell'indicare quale stimolo della tripletta corrispondesse allo stimolo target. Per fornire la risposta non vi erano limiti di tempo. Il soggetto rispondeva ad ogni prova premendo, sulla tastiera del computer, uno dei due tasti concordati, al fine di indicare l'immagine posta più in alto (tasto U), o quella posta più in basso (tasto N). Per ogni risposta sono stati registrati il "tipo di risposta" e i "tempi di reazione" (RTs).

La presentazione dello stimolo e la randomizzazione delle prove sono state controllate usando il software PsyScopeXCurrentVersion-1, in esecuzione sul computer.

L'esperimento è consistito in 32 prove in tutto. Le condizioni erano tre: S, OF e OS. In particolare, sono state previste 8 prove per ciascuna condizione, ognuna divisa per due, cioè corpo/oggetti (4 prove ciascuna), a loro volta divisi in due: corpo (2 volto, 2 mano) e oggetti (2 scarpa, 2 zaino/ borsa).

Di seguito si riporta un esempio di matching per la categoria "oggetto".

**Esempio matching categoria “Oggetto”**



### **3.3 Scelta dei partecipanti alla ricerca**

Il disturbo dello spettro autistico si riferisce a un gruppo eterogeneo d'individui che condividono a vari livelli e in diverse combinazioni: difficoltà di competenza sociale, problemi di comunicazione e comportamenti rigidi e stereotipati (DSM-IV; American Psychiatric Association, 1994). Al fine di ridurre questa disuguaglianza, sono stati suddivisi, all'interno del DSM-IV, nelle seguenti sottocategorie: disturbo autistico, disturbo di Rett, disturbo disintegrativo della fanciullezza, disturbo di Asperger e disturbo generalizzato dello sviluppo non altrimenti specificato. Tuttavia, anche all'interno di queste ultime c'è una grande diversità, soprattutto se si considera la diagnosi di disturbo pervasivo dello sviluppo NAS (de Bruin et al., 2007).

La scelta dei soggetti autistici che hanno partecipato alla presente ricerca è stata, dunque, di non facile realizzazione, data la necessità di trovare bambini che possedessero determinate caratteristiche fisiche e competenze cognitive. Il compito di matching to sample somministrato richiedeva, infatti, il possesso delle seguenti capacità: visive, mnemoniche, esecutive e di controllo degli impulsi. Era, inoltre, importante e necessario che il soggetto possedesse un adeguato livello di linguaggio recettivo, al fine di comprendere le consegne impartite dall'esaminatore. Sono stati quindi selezionati, dalle strutture a disposizione, soggetti con un determinato livello di QI (nella norma, superiore alla norma, o massimo tre deviazioni standard al di sotto) e con precise caratteristiche fisiche rispondenti all'esercizio in questione; scartato, invece, chi non era dotato di entrambi. Lo stesso è avvenuto per i soggetti con normale sviluppo.

Si ritiene importante sottolineare, che il numero finale dei soggetti con ASD, partecipanti alla ricerca, è stato determinato dalla tipologia di bambini frequentanti il centro di riabilitazione cui si è fatto riferimento, ovvero soggetti con gravi deficit cognitivi, importanti problemi comportamentali e gravi situazioni mediche associate. Mentre, per quanto riguarda i bambini con normale sviluppo, la loro partecipazione è stata determinata dalla disponibilità dei dirigenti scolastici, degli insegnanti e in primo luogo dei genitori, a prendere parte alla ricerca. Spesso, infatti, i genitori dei bambini, cui è stata spiegata la finalità e la modalità di svolgimento dello studio, si sono mostrati impauriti e diffidenti rispetto al dover permettere lo scatto di foto proprie ma soprattutto del figlio. Il timore riguardava una possibile diffusione delle immagini, con conseguente violazione della privacy.

### **3.4 Mancata risposta (non response), risposte non corrette ed errori di misura**

Per ridurre l'impatto dell'*errore da mancata risposta*, il quale si può manifestare attraverso modalità come risposte incomplete (item non-response) e rifiuti (whole unit non response), sono state operate delle precise scelte.

Il fenomeno si può osservare quando il rispondente fallisce in uno degli step individuati all'interno del cosiddetto processo del rispondente (Kahn & Cannell, 1957), per mancanza di comprensione della consegna. Per tale motivo, si è avuta cura di far esercitare il bambino con item di prova (raffiguranti il volto, il corpo e gli oggetti di altri), prima di svolgere il compito vero e proprio. Inoltre, si è fatta attenzione, soprattutto durante la somministrazione ai bambini con ASD, a utilizzare una consegna semplice e non eccessivamente lunga.

Nel caso in cui, poi, ad alcuni item fosse stata data una risposta sbagliata, si è fatto riferimento a procedure apposite. L'esaminatore, a sua discrezione, ha potuto o scartare il protocollo, essendo una misura non valida, oppure completarlo con un valore medio.

Un adeguato controllo è stato anche effettuato rispetto a quelle che possono essere considerate cause degli *errori di misura*, ovvero:

- caratteristiche dei rispondenti;
- modalità di raccolta dei dati.

Per ridurre quanto più possibile gli errori riconducibili alle *caratteristiche dei rispondenti*, si è cercato di controllare la possibile insorgenza di criticità durante le fasi di comprensione della domanda e comunicazione della risposta, scegliendo soggetti con disturbo dello spettro autistico con un QI di 50 o superiore e con adeguate capacità sia esecutive che di controllo degli impulsi, e soggetti con sviluppo normale con un QI nella norma. Ciò ha evitato la possibile mancata comprensione della consegna dovuta al livello del QI, oltre che l'incapacità di autoregolarsi sia nella pianificazione delle azioni che nello schiacciare i tasti del computer indiscriminatamente, dando delle risposte non valide.

Per quanto attiene, infine, il *modo di raccolta dei dati*, la decisione di operare attraverso la presentazione di item mediante computer, è dipesa dalla natura della risposta. Questa modalità di somministrazione ha, infatti, permesso di registrare il tempo di reazione alla presentazione dello stimolo con massima precisione, evitando così quello scarto tra la risposta del partecipante e la sua registrazione, che si sarebbe potuta ottenere nel caso in cui si fosse utilizzato uno strumento come il cronometro.

### 3.5 Risultati

Gli RTs delle risposte corrette nel compito di riconoscimento di parti del corpo e nel compito riconoscimento di oggetti, sono stati analizzati separatamente mediante ANOVA.

#### 3.5.1 *Compito riconoscimento di parti del corpo*

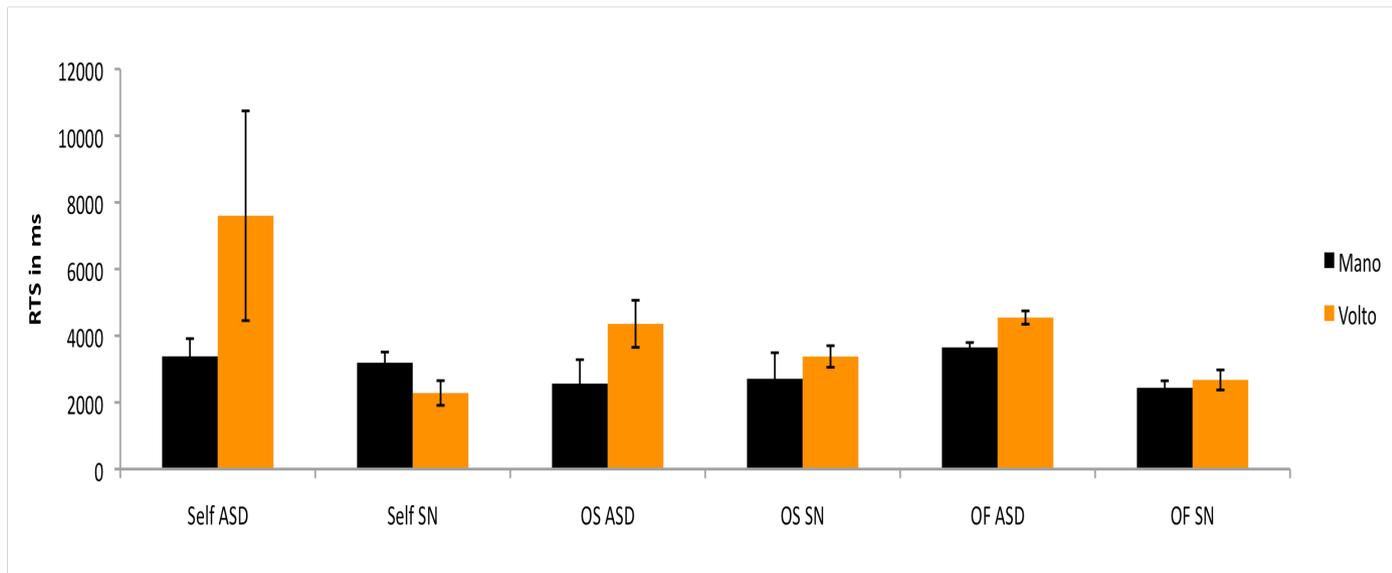
E' stata eseguita una ANOVA con il fattore Gruppo (Autistici vs. Soggetti normali) come variabile between subjects e con i fattori Vicinanza Sociale (Self, Other Familiare, Other Sconosciuto) e Corpo (Mano, Volto) come variabili within subjects.

L'analisi ha mostrato l'assenza di significatività per il fattore Gruppo [ $F(1,8) = 4.65$ ;  $p = 0.06$ ]. Il tempo di risposta impiegato dai due Gruppi risulta comparabile, con un valore che si approssima alla significatività. In generale, i soggetti autistici mostrano di essere più lenti rispetto ai soggetti normali (media ASD = 4.350; media TD = 2.778).

La variabile Vicinanza Sociale è risultata anch'essa non significativa [ $F(2,16) = .89$ ;  $p = 0.4$ ], mentre risulta significativa la variabile Corpo [ $F(1,8) = 6.74$ ;  $p = 0.03$ ]. I soggetti mostrano di riconoscere più velocemente la Mano rispetto al Volto. Questo appare più consistente per il gruppo ASD, come mostrato dalla interazione Gruppo X Corpo [ $F(1,8) = 6.76$ ;  $p = 0.03$ ]. L'analisi dei post-hoc mediante il test di Duncan evidenzia una differenza tra i due gruppi nel riconoscimento del volto ( $p = 0.003$ ). I soggetti normali mostrano di essere più veloci rispetto al gruppo di soggetti con ASD. Nessuna differenza è, invece, riportata tra i due gruppi per il riconoscimento della mano. I soggetti autistici mostrano una performance comparabile a quella dei soggetti con normale sviluppo. Per i soggetti autistici è più facile riconoscere la mano rispetto al volto ( $p = 0.006$ ). Nessuna differenza è mostrata invece dai soggetti non autistici nel riconoscimento delle due parti del corpo. L'assenza di significatività della tripla interazione Gruppo x Vicinanza Sociale x Corpo [ $F(2,16) = 1.56$ ;  $p = 0.2$ ] non permette di evidenziare con chiarezza se il vantaggio nel riconoscimento delle parti del corpo mostrato dai soggetti con autismo sia più consistente rispetto al self. Il confronto mediante t test tra Mano Self vs. Mano Other Sconosciuto, nel gruppo ASD, mostra una perdita del vantaggio nel riconoscimento della propria mano rispetto alla mano di un altro sconosciuto ( $t = 3.37$ ;  $p = 0.02$ ). La comparazione tra Mano Familiare e Mano Sconosciuto si approssima alla significatività ( $t = -2.16$ ;  $p = 0.09$ ).

Di seguito si riportano i risultati rappresentati graficamente (Figura 1).

Figura 1



### 3.5.2 Compito riconoscimento di oggetti

Una ANOVA con il fattore Gruppo (Autistici vs. Soggetti Normali) come variabile between subjects e con i fattori Vicinanza Sociale (Self, Other Familiare, Other Sconosciuto) e Oggetti (Scarpa, Zaino/Borsa) come variabili within subjects, è stata eseguita sugli RTs delle risposte corrette. L'analisi non ha rilevato alcuna comparazione significativa tra i fattori.

Tabelle con le Medie e le Deviazioni standard degli RTs delle varie condizioni (“S”; “OF”, “OS”), sia per i soggetti con ASD sia per i soggetti con SN.

<b>Autistici</b>	<b>Media (RTS in ms)</b>	<b>Dev. Std</b>
<i>Self Mano</i>	3383	1185,19
<i>Self Volto</i>	7599,6	7032,80
<i>OS Mano</i>	2564,7	715,96
<i>OS Volto</i>	4357,1	829,00
<i>OF Mano</i>	3650,4	1603,80
<i>OF Volto</i>	4545,3	1578,32
<i>S Scarpa</i>	3246,8	1373,82
<i>S Zaino/Borsa</i>	3347,2	2160,71
<i>OS Scarpa</i>	3302,1	1503,5
<i>OS Zaino/Borsa</i>	3389,7	1545,02
<i>OF Scarpa</i>	3918,8	2179,30
<i>OF Zaino/Borsa</i>	3342,1	1581,23

<b>Soggetti Normali</b>	<b>Media (RTS in ms)</b>	<b>Dev. Std</b>
<i>Self Mano</i>	3190,7	1744,91
<i>Self Volto</i>	2282	723,98
<i>OS Mano</i>	2710	325,60
<i>OS Volto</i>	3376,8	445,65
<i>OF Mano</i>	2437,9	470,72
<i>OF Volto</i>	2674,8	672,70
<i>S Scarpa</i>	2999,7	1670,61
<i>S Zaino/Borsa</i>	2710,1	681,02
<i>OS Scarpa</i>	2904,5	1233,93
<i>OS Zaino/Borsa</i>	3398,2	1557,58
<i>OF Scarpa</i>	3815,6	2434,40
<i>OF Zaino/Borsa</i>	2880,6	943,12

### 3.5.3 Numero di errori sulla performance

E' stata eseguita sul numero degli errori al compito di "riconoscimento di parti del corpo", un'Anova con il fattore Gruppo (ASD vs. SN) come variabile between subjects e con i fattori Vicinanza Sociale (Self, Other Familiare, Other Sconosciuto) e Corpo (Mano, Volto) come variabili within subjects.

La differenza tra i gruppi si approssima alla significatività [ $F(1,8) = 4,5; p = 0,06$ ]. Il gruppo ASD mostra una tendenza a compiere complessivamente più errori rispetto al gruppo SN.

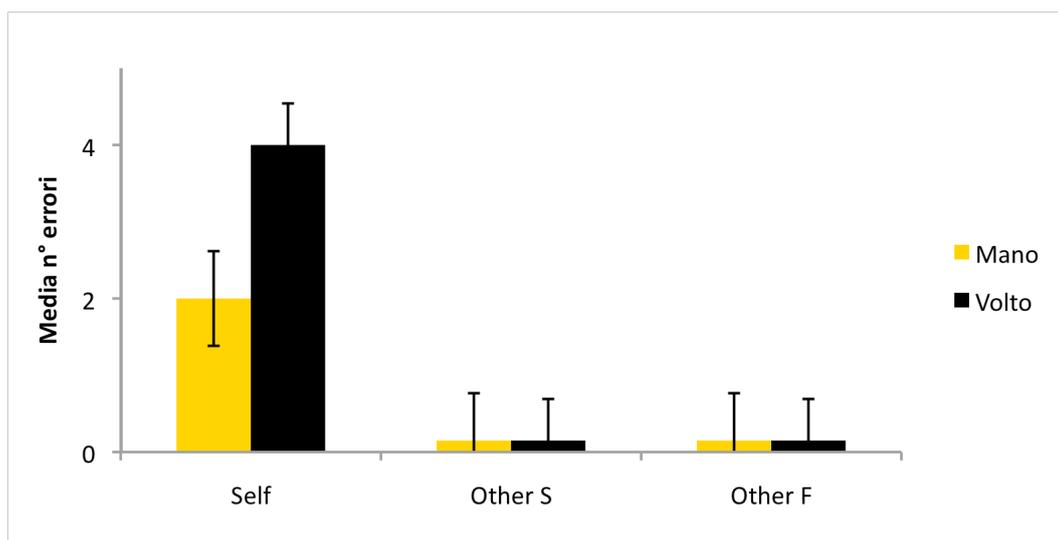
Il fattore Vicinanza Sociale è significativo [ $F(2,16) = 6,00; p = 0,01$ ], mentre il fattore Corpo non è significativo [ $F(1,8) = 0,0; p = 1,00$ ]. L'interazione tra Gruppo X Vicinanza Sociale è significativa [ $F(2,16) = 8,85; p = 0,002$ ]. Il gruppo ASD, confrontato col gruppo SN, mostra un numero significativamente maggiore di errori nel riconoscere il "self" (Self ASD vs Self SN  $p = 0,001$ ), rispetto alle altre categorie sociali Other Sconosciuto ( $p = 0,001$ ) e Other Familiare ( $p = 0,001$ ). Il gruppo con SN non mostra difficoltà significative.

Confrontando il numero degli errori nella categoria Corpo (Mano vs Volto), nel gruppo ASD, il t test evidenzia un valore che si approssima alla significatività con  $p = 0,1$  ( $t = -1,63$ ). In particolare, si osserva una tendenza ad incrementare il numero di errori nella categoria "volto" rispetto alla categoria mano.

Si riportano i risultati rappresentati graficamente in Figura 2.

L'anova con il fattore Gruppo (ASD vs. SN) come variabile between subjects e con i fattori Vicinanza Sociale (Self, Other Familiare, Other Sconosciuto) e Oggetti (Scarpa, Zaino/Borsa) come variabili within subjects, non ha rilevato alcuna significatività.

Fig.2



### 3.6 Discussione

Obiettivo di tale lavoro è stato quello di indagare l'esistenza di riconoscimento implicito di "sé" e dell' "altro" in bambini con disturbo dello spettro autistico. Nello specifico, si è voluto indagare la presenza di un possibile vantaggio nel riconoscimento implicito di proprie parti del corpo e propri oggetti, in un compito visivo i cui stimoli erano costituiti da parti del sé, parti delle altre persone, e oggetti neutri. Il compito impiegato è stato tratto da quelli utilizzati dal gruppo di ricerca di F. Frassinetti (Gessaroli, Pellegrini & Frassinetti, 2013; Frassinetti et al., 2008, 2010).

I risultati emersi dall'attuale lavoro hanno, innanzitutto, messo in evidenza una riduzione del riconoscimento implicito di parti del corpo nei soggetti autistici, rispetto ai soggetti con normale sviluppo. Sebbene il tempo di risposta impiegato dai due gruppi (Autistici e Soggetti Normali) sia risultato comparabile, con un valore solo prossimo alla significatività, i soggetti autistici sono risultati più lenti. La comparabilità dei tempi di risposta dei soggetti con ASD, potrebbe essere spiegata con la loro abilità acquisita a svolgere compiti di accoppiamento (appresa durante la terapia riabilitativa psico-educativa) e dunque alla familiarità del compito. Il gruppo con ASD mostra di riconoscere più velocemente la mano confermando la tendenza dei soggetti con autismo ad osservare più le altre parti del corpo che il volto (Klin et al., 2002), soprattutto le proprie mani. I soggetti autistici mostrano una performance comparabile a quella dei soggetti non autistici.

E' stato, infatti, rilevato che per i soggetti autistici è più facile riconoscere la mano rispetto al volto. Ciò è in linea con il risultato di uno studio eye-tracking di Klin et al. (2002), che ha evidenziato come soggetti con ASD dimostrano maggiore attenzione alle parti del corpo rispetto a quelle del viso. La stessa differenza non è stata riscontrata nei soggetti normali, i quali mostrano di riconoscere in modo simile entrambe le parti del corpo, e più velocemente rispetto ai soggetti con autismo.

È stata evidenziata una differenza tra i due gruppi nel riconoscimento del volto. I soggetti normali mostrano di essere più veloci rispetto al gruppo di soggetti con ASD. Ciò è congruente con il crescente corpo di evidenze neurologiche che indicano come gli individui autistici processino i volti in un modo diverso rispetto a popolazioni di soggetti normali (Pierce, Miller, Ambrogio, Allen, & Courchesne, 2001; Schultz et al., 2000). Precoci prove qualitative hanno suggerito marcate differenze nella frequenza e qualità di elaborazione del viso (Asperger, 1994,1991; Kanner, 1943). Diversi studi riferiscono che i soggetti con autismo presentano anomalie nel riconoscimento dei volti rispetto ai controlli (Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998; Boucher & Lewis, 1992; de Gelder,

Vrooman, & van der Heide, 1991). Tuttavia, non tutti gli studi confermano tale risultato (Celani, Battacchi, & Arcidiacono, 1999; Davies, Bishop, Manstead, & Tantam, 1994; Teunisse & de Gelder, 1994; Volkmar, Sparrow, Rende, & Cohen, 1989). La velocità di elaborazione del volto, nei soggetti normali, è inoltre corente con gli studi che dimostrano la precoce e spiccata capacità di riconoscimento del volto in tali soggetti. È stato, infatti, dimostrato che la preferenza visiva per i volti (Goren, Sarty, e Wu, 1975) e la precoce capacità del loro riconoscimento (Walton & Bower, 1993), sono presenti già alla nascita. Il risultato è nuovamente coerente con studi che dimostrano un deficit nel riconoscimento dei volti, da parte dei soggetti con ASD, soprattutto quando è presente un elemento emotivo (Pierce, Miller, Ambrogio, Allen, & Courchesne, 2001; Schultz et al., 2000). La letteratura dimostra che l'elaborazione e il riconoscimento dei visi, nei soggetti autistici, sono uguali a quelli mostrati per gli oggetti, diversamente da quanto avviene per i bambini con normale sviluppo in cui il riconoscimento e la memoria sono migliori per gli stimoli sociali come i volti che non per gli oggetti (Hauch et al., 1998). Studi di neuroimaging hanno evidenziato che in soggetti con ASD si attivano, durante un compito di riconoscimento di volti, aree che nei soggetti normali si attivano per l'identificazione degli oggetti, quale il giro temporale inferiore (Schultz et al., 2000). Critchley et al. (2000), confermano che soggetti con ASD hanno una compromissione all'area fusiforme per i volti (FFA). L'anomala attivazione della FFA in questi soggetti è stata associata con una mancanza di attivazione dell'amigdala in risposta alla presentazione dei volti (Baron-Cohen et al., 1999). Il deficit dell'amigdala, nei soggetti con ASD, è stata in effetti dimostrata in vari studi. Johnson (2005) ha ipotizzato che sia l'anomala attivazione della FFA che la mancanza di attivazione dell'amigdala in risposta alla presentazione di volti, possa derivare da un processo mal funzionante della via sottocorticale di elaborazione delle facce retina-collicolo-amigdala. Sulla base di un deficit della coerenza centrale (Nakahachi et al., 2008; Happe & Frith, 2006;), i bambini autistici presterebbero maggiore attenzione ai singoli elementi del volto che non all'insieme; in particolar modo alla bocca. Ciò suggerisce che a causa della mancanza d'interesse sociale per i volti, non si sia sviluppato un sistema esperto per il loro riconoscimento rispetto al riconoscimento di altri oggetti visivi.

Nessuna differenza è stata invece mostrata dai soggetti normali nel riconoscimento delle due parti del corpo.

In ultimo, entrambi i gruppi mostrano il self-advantage preservato, dove i soggetti autistici conservano il riconoscimento della propria mano rispetto al riconoscimento del proprio volto. Comunque i soggetti con ASD mostrano una perdita del vantaggio nel

riconoscimento della propria mano rispetto alla mano di un altro sconosciuto. Questo dato suggerisce l'elaborazione del corpo di un soggetto sconosciuto mediante un meccanismo di riconoscimento generale, impiegato anche per il riconoscimento degli oggetti, che potrebbe godere di un vantaggio in termini di tempo di riconoscimento rispetto a parti del corpo propri che potrebbero richiedere l'impiego di risorse cognitive addizionali per essere elaborati, con conseguenti tempi di reazione più lunghi. Durante il riconoscimento di una propria parte del corpo subentra l'elaborazione dell'identità sociale, la quale richiede tempi aggiuntivi di riconoscimento (Corriveau, Pasquini, Harris, 2005) Nel presente studio, durante lo svolgimento del compito di matching, è stato possibile osservare come il soggetto autistico, di fronte all'immagine di proprie parti del corpo, abbia la necessità di affermare verbalmente "è mio", impiegando così tempi più lunghi di elaborazione e riconoscimento. I tempi di reazione, infatti, nel riconoscere la mano sono comparabili con quelli dei soggetti normali.

Il numero esiguo dei partecipanti alla ricerca non ha, però, permesso di evidenziare con chiarezza se il vantaggio, dei soggetti autistici, nel riconoscimento delle parti del corpo fosse più consistente rispetto al self. Un maggior numero di soggetti avrebbe, dunque, rafforzato la differenza tra il riconoscimento della propria mano rispetto a quella degli altri (nei soggetti con ASD), oltre che evidenziare maggiormente la differente performance, ottenuta da soggetti autistici e con normale sviluppo, al compito di riconoscimento delle parti del corpo (non abbastanza visibile nel presente lavoro). Per quanto riguarda il compito di riconoscimento di oggetti, i risultati non hanno rilevato alcuna comparazione significativa tra i fattori. Ciò significa che i tempi di reazione al compito, da parte dei soggetti con ASD, sono risultati equiparabili a quelli con normale sviluppo. Tale evidenza può dare ulteriore prova di un meccanismo di elaborazione degli oggetti intatto, nei soggetti con ASD (Dawson et al., 2002; Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998). Lo studio di Dawson et al. (2002) ha rilevato in soggetti con ASD potenziali evento-correlati differenti in risposta alla presentazione della foto di un giocattolo preferito vs sconosciuto, al contrario di quanto è avvenuto a seguito della presentazione della foto della madre vs di una sconosciuta, in cui gli ERP non mostravano alcuna differenza.

I risultati dell'attuale studio hanno, infine, messo in rilievo che i soggetti con ASD compiono un numero di errori maggiore rispetto al gruppo di controllo; la differenza tra i gruppi si approssima alla significatività. Questo esito potrebbe dipendere sia dal deficit di attenzione (Courchesne et al., 1994; Frith & Baron-Cohen, 1987) che dalla compromissione della capacità di inibire la risposta sbagliata, entrambi fortemente presenti nei soggetti con

autismo. Studi precedenti hanno dimostrato che le persone con ASD presentano difficoltà nell'inibire risposte "prepotenti" a causa della disfunzione esecutiva (Frassinetti, 2013; Happe et al., 2006; Hill et al., 2004). Robinson, Goddard, Dritschel, Wisley, e Howlin (2009) hanno mostrato che le difficoltà di inibizione dei bambini con ASD sono indipendenti dal QI, e relativamente stabili nel corso degli anni dell'infanzia. Il compito somministrato nel presente lavoro, richiedeva entrambe le capacità ovvero attenzionare le fotografie e scegliere l'immagine corrispondente a quella centrale, inibendo la risposta non corretta.

Il gruppo ASD mostra un numero significativamente maggiore di errori, rispetto al gruppo con normale sviluppo, nel riconoscere il "self". Questo risultato è contraddittorio rispetto a quanto trovato da Gessaroli, Andreini, Pellegrini e Frassinetti (2013), i quali indagando il "self-advantage" nei bambini con ASD confrontati con quelli a sviluppo atipico, hanno rilevato che sebbene i bambini con ASD erano meno precisi nel riconoscimento delle parti del corpo o del viso (rispetto ai soggetti con normale sviluppo), la loro performance migliorava quando dovevano abbinare una parte del corpo o del viso "propria", mostrando dunque self-advantage come i soggetti con sviluppo tipico.

Nel presente lavoro invece, l'analisi del numero degli errori appare concordare con quella dei tempi di reazione, evidenziando un incremento del numero di errori nella categoria volto rispetto alla categoria mano, nei soggetti con autismo; confermando così i risultati degli studi che dimostrano un deficit nel riconoscimento dei volti, da parte dei soggetti con ASD (Pierce, Miller, Ambrogio, Allen, & Courchesne, 2001; Schultz et al., 2000; Hauck, Fein, Maltby, Waterhouse, & Feinstein, 1998; Boucher & Lewis, 1992; de Gelder, Vrooman, & van der Heide, 1991).

Comunque, le difficoltà più salienti mostrati dai soggetti con autismo sono state osservate nel riconoscimento delle parti del corpo, proprio o altrui, mentre alcuna significatività è stata osservata nel riconoscimento di oggetti.

Alcuni limiti del disegno sperimentale possono avere influenzato i risultati. Il numero esiguo dei soggetti può non aver permesso di evidenziare la differente performance (in termini di RTs), ottenuta da soggetti autistici e con normale sviluppo, al compito di riconoscimento delle parti del corpo. In secondo luogo, non ha permesso di rafforzare la differenza tra il riconoscimento della propria mano rispetto a quella degli altri, nei soggetti con ASD. È noto che in un esperimento ideale gli individui dovrebbero essere reperiti attraverso una "scelta casuale" dall' "universo", cioè dall'intera popolazione a cui appartengono, essendo per questo molto numerosi. La scelta casuale e la numerosità,

garantiscono che si disponga di un “campione rappresentativo”, ovvero che riproduca fedelmente le caratteristiche della popolazione da cui è stato estratto (Fabbris, 1989). Per motivi pratici, nella presente ricerca, anziché una scelta casuale, si è fatto riferimento a criteri che conciliavano la rappresentatività con l’economicità ovvero “criteri di scelta ragionata” (Marvulli, 1997). Nello specifico, ci si è avvalsi del criterio “scelta di unità tipo” cioè selezione di un ristretto numero di soggetti tipici che possiedono certe importanti caratteristiche o abilità ritenute utili per eseguire il compito sperimentale.

Ad aver inciso sul risultato può essere stato, inoltre, l’aver preso in esame una fascia di età eterogenea che non ha consentito di rilevare con precisione gli esiti di un determinato momento dello sviluppo.

In ultimo, determinante in tal senso, può essere stata la tipologia del compito somministrato; un compito di riconoscimento implicito, infatti, sebbene tenga conto e stimoli aspetti emotivi del soggetto, tanto da provocarne modificazioni somatiche (quali ad es., variazioni delle pulsazioni cardiache, aumento o diminuzione della sudorazione), comporta un esercizio di appaiamento (Ferri et al., 2011), cui i pazienti dei centri riabilitativi sono spesso abituati. L’abilità di appaiare oggetti o figure uguali, è una delle prime ad essere sviluppata e mantenuta.

Per concludere, il presente lavoro di ricerca, sulla base dei risultati ottenuti, evidenzia la capacità del soggetto autistico di riconoscere proprie parti del corpo e propri oggetti, con tempi più lenti rispetto ai soggetti normali, con il mantenimento del self-advantage per la “mano” ma non per il volto.

Si prevede che possa offrire importanti ricadute in termini riabilitativi; potranno, infatti, essere ideati e proposti training volti ad insistere sul recupero della funzione del riconoscimento di sé e dell’altro, funzione molto trascurata nel campo della riabilitazione, ed invece di importanza strategica alla comprensione del contesto sociale di interazione, in cui i soggetti con autismo appaiono marcatamente compromessi.

### **3.7 Conclusione**

La tematica del Sé, ed in particolare del sé corporeo, è oggetto di notevole interesse nel dibattito attuale delle neuroscienze. Il corpo riveste, infatti, un cruciale ruolo nella nostra vita, basti pensare al fatto che attraverso di esso interagiamo col mondo. Il riconoscimento delle “proprie” parti del corpo (self-recognition), da parte degli esseri umani, è stato dunque oggetto di lunghe indagini, svolte attraverso sia studi di neuroimaging sia

comportamentali (Urgesi, Candidi, Ionta, & Aglioti, 2006; Gillihan et al., 2005; Urgesi, Berlucchi, & Aglioti, 2004; Downing, Yuhong, Shuman & Kanwisher, 2001) e grazie al contributo di pazienti con lesione cerebrale acquisita.

Negli ultimi tempi, vista l'importanza della capacità di distinguere il sé dall'altro, anche le ricerche svolte nell'ambito del Disturbo dello Spettro Autistico hanno voluto indagare tale abilità (Gessaroli, Andreini, Pellegrini, & Frassinetti, 2013; Uddin et al., 2008). Gli studi sperimentali hanno spesso rilevato, in proposito, risultati contraddittori. Alcuni lavori hanno, infatti, dimostrato una preservata elaborazione di sé e dell'altro (Dawson & McKissick, 1984). Altri ne hanno, invece, evidenziato il deterioramento (Frith & Frith, 1999). Altri ancora, hanno scoperto danneggiati aspetti della consapevolezza di sé come l'uso dei pronomi personali (Fay, 1979), i giudizi mentali (Williams, 2010; Mitchell & O'Keefe, 2008; Happe & Frith, 1996), e la memoria autobiografica (Crane, Goddard & Pring, 2010; Millward et al., 2000), trovando, invece, indenni aspetti concreti come il riconoscimento del proprio corpo (Gessaroli, Andreini, Pellegrini, & Frassinetti, 2013).

È sulla base dei risultati contraddittori, di cui sopra, che s'inserisce il presente lavoro di ricerca, volto a indagare l'esistenza di riconoscimento implicito di "sé" e dell'"altro", in soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) vs con normale sviluppo (SN), tra i 6 e i 12 anni di età. Nello specifico, si è voluto esaminare se fosse presente un vantaggio nel riconoscimento implicito di proprie parti del corpo e propri oggetti (self-advantage), in un compito visivo in cui sono state presentate parti del sé, parti delle altre persone, e oggetti neutri.

L'attuale ricerca è stata, dunque, condotta con lo scopo di fornire un contributo alla comprensione del processo di self-recognition nei soggetti autistici. Si è deciso di approfondire tale aspetto considerando una fascia di età inferiore e un QI superiore rispetto a quelli presi in esame dal primo studio svolto sul self-recognition in soggetti con ASD, dal gruppo di ricerca di F. Frassinetti (Gessaroli, Andreini, Pellegrini, & Frassinetti, 2013).

Il risultato principale del presente lavoro evidenzia un self-advantage preservato nei soggetti con autismo per quanto riguarda il riconoscimento della mano, rispetto al riconoscimento del viso per cui si osserva invece una performance significativamente inferiore se comparata con quella dei soggetti a sviluppo tipico. I soggetti normali mostrano di essere più veloci rispetto al gruppo dei soggetti con ASD solo in quest'ultima condizione. Questi dati possono essere spiegati con il fatto che la mano è la parte del corpo spesso maggiormente coinvolta nelle stereotipie dei soggetti autistici e quindi

maggiormente attenzionata. Tale vantaggio viene, però, perso rispetto alla mano di un altro sconosciuto.

Rispetto agli errori compiuti dai due gruppi nel compito di riconoscimento di parti del corpo, i risultati dell'attuale studio mostrano che i soggetti con ASD compiono un numero maggiore di errori rispetto al gruppo di controllo, soprattutto, nel riconoscere il "self". Si è osservata, infine, una tendenza ad incrementare il numero di errori nella categoria volto rispetto alla categoria mano. Non è stata rilevata, invece, alcuna significatività per gli errori nel compito di riconoscimento di oggetti.

Il presente lavoro, oltre a permettere di comprendere il processo di self-recognition nei soggetti con ASD, ha dato, infine, la possibilità di riflettere su aspetti di grande interesse aventi ricadute sia cliniche che di ricerca. I futuri studi potranno, quindi, indagare, implementando il numero dei soggetti nei diversi gruppi: 1) l'effetto del self-advantage per la mano nella pratica clinica e 2) la sperimentazione di esposizioni più durature e continue di altre parti del corpo come ad esempio il viso, osservandone gli effetti nella quotidianità.

## Bibliografia

- Abell, F., Krams, M., Ashburner, J., Passingham, R., Friston, K., Frackowiak, R., Happé, F., Frith, C., & Frith, U. (1999). The neuroanatomy of autism: a voxel-based whole brain analysis of structural scans. *Neuroreport*, *10* (8), 1647-51.
- Adlington, R., Laws, K., & Gale, T. (2009). Visual processing in Alzheimer's disease: Surface detail and colour fail to aid object identification. *Neuropsychologia*, *47*, 2574–2583.
- Adolphs, R., Spezio, M. L., Parlier, M., & Piven, J. (2008). Distinct face-processing strategies in parents of autistic children. *Current Biology*, *18*, 1090–1093.
- Aggleton, J. P. (1992). The functional effects of amygdala lesions in humans: A comparison with findings from monkeys. In J. P. Aggleton (Ed.), *The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction* (p. 485-503). New York: Wiley-Liss.
- Ahearn, W. H., Clark, K. M., DeBar, R., & Florentino, C. (2005). On the role of preference in response competition. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *38*, 247–250.
- Allison, T., Puce, A., Spencer, D. D., & McCarthy, G. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. I: Potentials generated in the occipitotemporal cortex by face and non-face stimuli. *Cerebral Cortex*, *9*, 415–430.

Amaral, D. G., Schumann, C. M., & Nordahl, C. W. (2008). Neuroanatomy of autism. *Trends Neuroscience*, *31*, 137-45.

American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.

Amsterdam, B. (1972). Mirror self-image reactions before age two. *Developmental Psychobiology*, *5*, 297–305.

Anderson, C., Colombo, J., & Shaddy, D. (2006). Visual scanning and pupillary responses in young children with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *28*, 1238–1256.

Anokhin, A. P., Golosheykin, S., & Heath, A. C. (2010). Heritability of individual differences in cortical processing of facial affect. *Behavior Genetics*, *40*, 178–185.

Aranda, C., Ruz, M., Tudela, P., & Sanabria, D. (2010). Focusing on the bodily self: The influence of endogenous attention on visual body processing. *Attention, Perception, and Psychophysic*, *72*, 1756–1764.

Aspell, J. E., Lenggenhager, B., & Blanke, O. (2009). Keeping in touch with one's self: multisensory mechanisms of self-consciousness. *PLoS One*, *4* (8), e6488.

Asperger, H. (1944). Die autistischen Psychopathen im Kindesalter, Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten (Vol. 117, pp. 76–136). Translated by U. Frith (Ed.), *In*

*Autism and Asperger Syndrome* (pp. 37–92). Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

Atchison, W. D. & Hare, M. F. (1994). Mechanisms of methylmercury-induced neurotoxicity. *FASEB Journal*, 8 (9), 622-629.

Bahrnick, L. E. (1995). Intermodal origins of self-perception. In P. Rochat (Ed.), *The self in infancy. Theory and research* (p. 349–73). Amsterdam: Elsevier.

Bahrnick, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive-visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Dev. Psychol.*, 21, 963–73.

Bar-Haim, Y., Shulman, C., Lamy, D., & Reuveni, A. (2006). Attention to eyes and mouth in high-functioning children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 131–137.

Baron-Cohen, S. (2004). The cognitive neuroscience of autism. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 75, 945–948.

Baron-Cohen, S. (2005). Autism -“autos”?: Literally, a total focus on the self? In T. E. Feiberg & J. P. Keenan (Ed.), *The lost self: Pathologies of the brain and identity*. New York: Oxford University Press.

- Baron-Cohen, S., Cox, A., Baird, G., Swettenham, J., Nightingale, N., Morgan, K., et al. (1996). Psychological markers in the detection of autism in infancy in a large population. *British Journal of Psychiatry*, *168*, 158–163.
- Baron-Cohen, S., Ring, H. A., Wheelwright, S., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Simmons, A. & Williams, S. C. R. (1999). Social intelligence in the normal and autistic brain: An fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, *11*, 1891-1898.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., & Jolliffe, T. (1997). Is there a “language of the eyes”? Evidence from normal adults, and adults with autism or Asperger syndrome. *Visual Cognition*, *4*, 311–331.
- Barton, J. J. S. (2008). Prosopagnosia associated with a left occipitotemporal lesion. *Neuropsychologia*, *46*, 2214–2224.
- Barton, J., Deepak, S., & Malik, N. (2003). Attending to faces: Change detection, familiarisation and inversion effects. *Perception*, *32*, 15–28.
- Bauman, M. L., & Kemper, T. L. (1988). Limbic and cerebellar abnormalities: consistent finding in early infantile autism. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *47*, 369.
- Baylis, G. C., Rolls, E. T., & Leonard, C. M. (1987). Functional subdivisions of the temporal lobe neocortex. *The Journal of Neuroscience*, *7*, 330–342.

- Behrmann, M., Thomas, C., & Humphreys, K. (2006). Seeing it differently: Visual processing in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 10 (6), 258–264.
- Bertenthal, B. I., & Fischer, K. W. (1978). The development of self-conscious behaviour of infants: A videotape study. *Developmental Psychology*, 14, 44–50.
- Berti, A., Frassinetti, F., Umiltà, C. (1994). Nonconscious reading? Evidence from neglect dyslexia. *Cortex*, 30, 181–197.
- Berti, A., Rizzolatti, G. (1992). Visual Processing without Awareness: Evidence from Unilateral Neglect. *Journal of Cognitive Neuroscience* 4, 345–351.
- Bisiach, E. (1999). The neuropsychological approach to consciousness. In G. Denes & L. Pizzamiglio (Ed.), *Handbook of clinical and experimental neuropsychology* (pp. 479–493). Hove, UK: Psychology Press.
- Bisiach, E., Vallar, G., Perani, D., Papagno, C., & Berti, A. (1986). Unawareness of disease following lesions of the right hemisphere: Anosognosia for hemiplegia and anosognosia for hemianopia. *Neuropsychologia*, 24, 471–482.
- Blanke, O., Landis, T., Spinelli, L., & Seeck, M. (2004). Out-of-body experience and autoscapy of neurological origin. *Brain*, 127, 243–258.
- Blanke, O., Ortigue, S., Landis, T., & Seeck, M. (2002). Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature*, 419, 269–270.

- Bonner, L., & Burton, M. (2004). Children show an advantage for matching and recognising the internal features of familiar faces: evidence against a developmental shift. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 57, 1019–1029.
- Botvinick, M. (2004). Probing the neural basis of body ownership. *Science*, 305, 782–83.
- Boucher, J., & Lewis, V. (1992). Unfamiliar face recognition in relatively able autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 843–859.
- Boucher, J., Lewis, V., & Collis, G. (1998). Familiar face and voice matching and recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 171–181.
- Botvinick M, & Cohen J. (1998). Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. *Nature*, 391-756.
- Bradshaw, J., Shic, F., & Chawarska, K. (2011). Brief Report: Face-Specific Recognition Deficits in Young Children with Autism Spectrum Disorders. *J Autism Dev Disord*, 41,1429–1435.
- Breen, N., Caine, D., & Coltheart, M. (2001). Mirrored-self misidentification: two cases of focal onset dementia. *Neurocase*, 7 (3), 239–254.

- Britton, L. N., Carr, J. E., Landaburu, H. J., & Romick, K. S. (2002). The efficacy of noncontingent reinforcement as treatment for automatically reinforced stereotypy. *Behavioral Interventions, 17*, 93–103.
- Bronson, G. W. (1990). Changes in infants' visual scanning across the 2- to 14-week age period. *Journal of Experimental Child Psychology, 49*, 101–125.
- Bryson, S. E., Clark, B. S., & Smith, I. M. (1988). First report of a Canadian epidemiological study of autistic syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 29*, 433-446.
- Bruce, V., Henderson, Z., Greenwood, K., Hancock, P. J. B., Burton, A. M., & Miller, P. (1999). Verification of face identities from images captured on video. *Journal of Experimental Psychology, 77*, 305–327.
- Boucher, J., & Lewis, V. (1992). Unfamiliar face recognition in relatively able autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 33*, 843–859.
- Boucher, J., Lewis, V., & Collis, G.(1998). Familiar face and voice matching and recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 39*,171–181.
- Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F., et al. (2004). Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: an fMRI study. *J. Cogn. Neurosci. 16* (1), 114–126.

- Burton, A. M., Wilson, S., Cowan, M., & Bruce, V. (1999). Face recognition in poor quality video: Evidence from security surveillance. *Psychological Science, 10*, 243–248.
- Bushnell, I. (2001). Mother's face recognition in newborn infants: Learning and memory. *Infant and Child Development, 10* (1–2), 67–74.
- Bushnell, I., Sai, F., & Mullin, J. (1989). Neonatal recognition of mother's face. *British Journal of Developmental Psychology, 7*, 3–15.
- Calvo-Merino, B., Grezes, J., Glaser, D. E., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology, 16*, 2277.
- Campbell, R., Walker, J., & Baron-Cohen, S. (1995). The development of differential use of inner and outer face features in familiar face identification. *Journal of Experimental Child Psychology, 59*, 196–210.
- Carey, S., & Diamond, R. (1994). Are faces perceived as configurations more by adults than children? *Visual Cognition, 1*, 253–274.
- Carlesimo, G. A., Casadio, P., Sabbadini, M., & Caltagirone, C. (1998). Associative visual agnosia resulting from a disconnection between intact visual memory and semantic systems. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior, 34* (4), 563–576.

- Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M.C., Mazziotta, J.C., & Lenzi, G.L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: a relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 100 (9), 5497 – 5502.
- Chaminade, T., Decety, J., 2002. Leader or follower? Involvement of the inferior parietal lobule in agency. *Neuro Report*, 13 (15), 1975–1978.
- Chakrabarti, S., & Fombonne, E. (2001). Pervasive developmental disorders in preschool children. *Journal of the American Medical Association*, 285, 3093–3099.
- Chakrabarti, S., & Fombonne, E. (2005). Pervasive developmental disorders in preschool children: Confirmation of high prevalence. *American Journal of Psychiatry*, 162, 1133–1141.
- Charman, T., Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Cox, A., Baird, G., et al. (1998). An experimental investigation of social-cognitive abilities in infants with autism: clinical implications. *Infant Mental Health*, 19, 260–275.
- Cheung, C., Mayes, L., Rutherford, H., & McPartland, J. (2010). Social personality traits predict early brain responses to human faces. *Social Neuroscience*.
- Churchland, P.S. (2002). Self-representation in nervous systems. *Science*, 296 (5566), 308–310.

- Cipolotti, L., Robinson, G., Blair, J., & Frith, U. (1999). Fractionation of visual memory: Evidence from a case with multiple neurodevelopmental impairments. *Neuropsychologia*, *37*, 455–465.
- Clark, V. P., Keil, K., Maisog, J. M., Courtney, S., Ungerleider, L. G., & Haxaby, J. V. (1996). Functional magnetic resonance imaging of human visual cortex during face matching: A comparison with positron emission tomography. *NeuroImage*, *4*, 1-15.
- Connor, C. E., Brincat, S. L., & Pasupathy, A. (2007). Transformation of shape information in the ventral pathway. *Current Opinion in Neurobiology*, *17* (2), 140–147.
- Corden, B., Chilvers, R., & Skuse, D. (2008). Avoidance of emotionally arousing stimuli predicts social-perceptual impairment in Asperger’s syndrome. *Neuropsychologia*, *46* (1), 137–147.
- Corriveau, K. H., Pasquini, E. S., & Harris, P. L. (2005). “If it’s in your mind, it’s in your knowledge”: Children’s developing anatomy of identity. *Cognitive Development* *20*, 321–340.
- Courchesne, E. (1989). Neuroanatomical systems involved in infantile autism: the implications of cerebellar abnormalities. In G. Dawson (Ed.), *Autism* (pp.119-143). NY: Guilford.

- Courchesne, E., Lincoln, A.J., Yeung-Courchesne, R., Elmasian, R. & Grillon, C. (1989). Pathophysiologic findings in non-retarded autism and receptive developmental language disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19, 1-17.
- Crane, L., Goddard, L., & Pring, L. (2010). Brief report: Self-defining and everyday autobiographical memories in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 383–391.
- Critchley, H. D., Daly, E. M., Bullmore, E. T., Williams, S. C., Van Amelsvoort, T., Robertson, D. M., Rowe, A., Phillips, M., McAlonan, G., Howlin, P. & Murphy, D. G. (2000). The functional neuroanatomy of social behaviour: Changes in cerebral blood flow when people with autistic disorder process facial expressions. *Brain*, 123, 2203-2212.
- Chawarska, K., & Shic, F. (2009). Looking but not seeing: Atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39 (12), 1663–1672.
- Chawarska, K., & Volkmar, F. (2007). Impairments in monkey and human face recognition in 2-year-old toddlers with Autism Spectrum Disorder and Developmental Delay. *Developmental Science*, 10 (2), 266–279.
- Dalgleish, T. (2004). The emotional brain. *Nat. Rev. Neurosci.*, 5 (7), 583 – 589.

- Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., et al. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nat. Neurosci.*, *8*, 519–26.
- Damasio, A.R. (1999). *The feeling of what happens: body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt Brace.
- Damasio, A. (2003a). Feelings of emotion and the self. *Ann. N. Y. Acad. Sci*, *1001*, 253–261.
- Damasio, A. (2003b). Mental self: the person within. *Nature*, *423* (6937), 227.
- Damasio, A. R., Damasio, H., & van Hoessen, G. W. (1982). Prosopagnosia: Anatomic basis and behavioral mechanisms. *Neurology*, *32*, 331–341.
- Daprati, E. (2000). Recognition of self-produced movement in a case of severe neglect. *Neurocase*, *6*, 477-486.
- Daprati, E., Wriessnegger, S., & Lacquaniti, F. (2007). Kinematic cues and recognition of self-generated actions. *Experimental Brain Research*, *177*, 31–44.
- Daprati, E., et al. (1997). Looking for the agent: An investigation into consciousness of action and self-consciousness in schizophrenic patients. *Cognition*, *65*, 71–86.

- Dapretto, M., Davies, M. S., Pfeifer, J. H., Scott, A. A., Sigman, M., et al. (2006). Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nat. Neurosci.*, *9*, 28–30.
- Davies, S., Bishop, D., Manstead, A. S. R., & Tantam, D. (1994). Face perception in children with autism and Asperger's syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *35*, 1033–1057.
- Davis, L. E., Kornfeld, M., Mooney, H. S., Fiedler, K. J, Haaland, K. Y., Orrison, W. W., Cernichiari, E., Clarkson, T. W. (1994). Methylmercury poisoning: long term clinical, radiological, toxicological, and pathological studies of an affected family. *Annals of Neurology*, *35* (6), 680-688.
- Dawson, G., Carver, L., Meltzoff, A., Panagiotides, H., McPartland, J., & Webb, S. (2002). Neural correlates of face and object recognition in young children with autism spectrum disorder, developmental delay, and typical development. *Child Development*, *73*, 700–717.
- Dawson, G., & McKissick, F. C. (1984). Self-recognition in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *14*, 383–394.
- Dawson, G., Meltzoff, A. N., Osterling, J., Rinaldi, J., & Brown, E. (1998). Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *28*, 479–485

- Dawson, G., Webb, S. J., & McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: Insights from behavioral and electrophysiological studies. *Developmental Neuropsychology*, 27 (3), 403–424.
- de Gelder, B., Vroomen, J., & van der Heide, L. (1991). Face recognition and lip-reading in autism. *European Journal of Cognitive Psychology*, 3, 69–86.
- de Haan, M., & Nelson, C. A. (1997). Recognition of the mother's face by six-month-old infants: A neurobehavioral study. *Child Development*, 68 (2), 187–210.
- de Haana, M., Johnsona, M. H., Maurerb, D., & Perrettc, D. I. (2001). Recognition of individual faces and average face prototypes by 1- and 3-month-old infants. *Cognitive Development*, 16, 659–678.
- de Haan, M., Humphreys, K. & Johnson, M. H. (2002). Developing a brain specialized for face perception: A converging methods approach. *Dev. Psychobiol.*, 40, 200-212.
- de Vignemont, F. (2007). Habeas Corpus: The Sense of Ownership of One's Own Body. *Mind & Language*, 22, 427-449.
- de Vignemont F., Singer T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *TRENDS in Cognitive Science*, 10 (10), 435- 441.
- de Renzi, E., Faglioni, P., Grossi, D., & Nichelli, P. (1991). Apperceptive and associative forms of prosopagnosia. *Cortex*, 27, 213–221.

- Decety, J., & Chaminade, T. (2003). When the self represents the other: A new cognitive neuroscience view on psychological identification. *Consciousness and Cognition*, *12*, 577–596.
- Decety, J., & Sommerville, J. A. (2003). Shared representations between self and other: A social cognitive neuroscience view. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 527–533.
- Desimone, R., Albright, T. D., Gross, C. G., & Bruce, C. (1984). Stimulus-selective properties of inferior temporal neurons in the macaque. *Journal of Neuroscience*, *4*, 2051–2062.
- Devinsky, O. (2000). Right cerebral hemisphere dominance for a sense of corporeal and emotional self. *Epilepsy and Behav.*, *1*, 60–73.
- Devue, C., Collette, F., Balteau, E., Degueldre, C., Luxen, A., Maquet, P., et al. (2007). Here I am: The cortical correlates of visual self-recognition. *Brain Research*, *1143*, 169–182.
- Devue, C., Van der Stigchel, S., Brédart, S., & Theeuwes, J. (2009). You do not find your own face faster; you just look at it longer. *Cognition*, *111* (1), 114–122.
- Diamond, R. & Carey, S. (1986). Why faces are and are not special: An effect of expertise. *J. Exp. Psychol. Gen.*, *115*, 107-117.
- Dijkerman, H. C., de Haan, E. H. (2007). Somatosensory processes subserving perception and action. *Behavioural Brain Science*, *30*, 189-201.

- Dissanayake, C., Shembrey, J., & Suddendorf, T. (2010). Delayed video self-recognition in children with high functioning autism and Asperger's disorder. *Autism, 14*, 495–508.
- Downing, P. E., Yuhong, J., Shuman, M., & Kanwisher, N. (2001). A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science, 293*, 2470–2473.
- Durand, V. M., & Carr, E. G. (1987). Social influences on “self-stimulatory” behavior: Analysis and treatment application. *Journal of Applied Behavior Analysis, 20*, 119–132.
- Dawson, G., Carver, L., Meltzoff, A. N., Panagiotides, H., McPartland, J., & Webb, S. Neural Correlates of Face and Object Recognition in Young Children with Autism Spectrum Disorder, Developmental Delay, and Typical Development. *Child Dev., 73* (3), 700–717.
- Ehlers, S. & Gillberg, C. (1993). The epidemiology of Asperger Syndrome: A total population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 34*, 1327-1350.
- Eikeseth, S. (2009). Outcome of comprehensive psycho-educational interventions for young children with autism. *Research in Developmental Disabilities, 30*, 158–178.
- El-Fishhaw, P., & State, M. W. (2010). The genetics of autism: Key issues, recent findings, and clinical implications. *The Psychiatric clinics of Northern America, 33*, 83–105.

- Elgar, K., & Campbell, R. (2001). Annotation: The cognitive neuroscience of face recognition: Implications for developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42 (6), 705–717.
- Ellis, H. D., Shepherd, J. W., & Davies, G. M. (1979). Identification of familiar and unfamiliar faces from internal and external feature: some implications for theories of face recognition. *Perception*, 8, 431–439.
- Ehrsson, H. H. (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, 317, 1048.
- Fabio, R. A., Giannatiempo, S., Antonietti, A., & Budden, S. (2009). The role of stereotypes in overselectivity process in Rett syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 136–145.
- Fabbris, L. (1989). *L'indagine campionaria. Metodi, disegni e tecniche di campionamento*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.
- Falck-Ytter, T. (2008). Face inversion effects in autism: A combined looking time and pupillometric study. *Autism Research*, 1 (5), 297–306.
- Fantz, R. L. (1964). Visual experience in infants: Decreased attention to familiar patterns relative to novel ones. *Science*, 146, 668–670.

- Farah, M. J., Rabinowitz, C., Quinn, G. E., & Liu, G. T. (2000). Early commitment of neural substrates for face recognition. *Cognitive Neuropsychology*, *17*, 117–223.
- Farah, M. J., Wilson, K. D., Drain, M., & Tanaka, J. N. (1998). What is ‘special’ about face perception? *Psychological Review*, *105*, 482–498.
- Faro, L. R. F., Nascimento, J. L. M., do Alfonso, M., & Duran, R. (1998). Acute Administration of Methylmercury Changes In Vivo Dopamine Release from Rat Striatum. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*, *60*, 632-638.
- Farne, A., Buxbaum, L. J., Ferraro, M., Frassinetti, F., Whyte, J., Veramonti, T. et al. (2004). Patterns of spontaneous recovery of neglect and associated disorders in acute right brain-damaged patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *75*, 1401–1410.
- Farné, A., Pavani, F., Meneghello, F., & Ladavas, E. (2000). Left tactile extinction following visual stimulation of a rubber hand. *Brain*, *123*, 350– 2360.
- Farrer, C., Franck, N., Georgieff, N., Frith, C. D., Decety, J., & Jeannerod, M. (2003). Modulating the experience of agency: A positron emission tomography study. *Neuroimage*, *18*, 324–333.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Menon, E., & Johnson, M. H. (2007). Direct gaze modulates face recognition in young infants. *Cognition*, *102*, 396–404.

- Fay, W. H. (1979). Personal pronouns and the autistic child. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9, 247–260.
- Feinberg, T.E. (2001). *Altered Egos: How the Brain Creates the Self*. New York: Oxford Univ. Press.
- Feinberg, T.E., (2000). *Altered Egos: How the Brain Creates the Self*. Oxford University Press, New York, NY.
- Feinberg, T. E., Haber, L. D., & Leeds, N. E. (1990). Verbal asomatognosia. *Neurology*, 40, 1391–1394.
- Feinberg, T. E., & Keenan, J. P. (2005). Where in the brain is the self? *Consciousness and Cognition*, 14, 661–678.
- Ferrari, M., & Matthews, W. S. (1983). Self-recognition deficits in autism: Syndrome-specific or general developmental delay? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 13, 317–324.
- Ferri, F., Frassinetti, F., Ardizzi, M., Costantini, M., & Gallese, V. (2012). A sensorimotor network for the bodily self. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24, 1584–1595.
- Ferri, F., Frassinetti, F., Costantini, M., & Gallese, V. (2011). Motor simulation and the bodily self. *PLoS One*, 6 (3), e17927.

- Fink, G. R. (1996). Cerebral representations of one's own past: neural networks involved in autobiographical memory. *Journal of Neuroscience*, *16*, 4275-4282.
- Finkelnburg, F.C. (1870). *Niederrheinische Gesellschaft in Bonn*. Medicinische Section. Berliner klinische Wochenschrift, 450-61.
- Fischler, I., Bloom, P., Childers, D., Arroyo, A. & Perry, N. (1984). Brain potentials during sentence verification: late negativity and long-term memory strength. *Neuropsychologia*, *22*, 559-568.
- Fischler, I., Jin, Y-S, Boaz, T. L., Perry, N. W., & Childers, D. G. (1987). Brain potentials related to seeing one's own name. *Brain and Language*, *30*, 245-262.
- Folstein, S. E., Santangelo, S. L., Gilman, S. E., Piven, J., Landa, R., Lainhart, J., et al. (1999). Predictors of cognitive test patterns in autism families. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *40*, 1117-1128.
- Fombonne, E. (2003). Epidemiological surveys of autism and other pervasive developmental disorders: An update. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *33*, 365-382.
- Fombonne, E., Bolton, P., Prior, J., Jordan, H., & Rutter, M. (1997). A family study of autism: Cognitive patterns and levels in parents and siblings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *38*, 667-684.

- Frassinetti, F., Ferri, F., Maini, M., Benassi, M. G., & Gallese, V. (2011). Bodily self: An implicit knowledge of what is explicitly unknown. *Experimental Brain Research*, *212*, 153–160.
- Frassinetti, F., Fiori, S., D'Angelo, V., Magnani, B., Guzzetta, A., Brizzolara, D., & Cioni, G. (2012). Body knowledge in brain-damaged children: A double-dissociation in self and other's body processing. *Neuropsychologia*, *50*, 181-188.
- Frassinetti, F., Maini, M., Benassi, M., Avanzi, S., Cantagallo, A., & Farne', A. (2010). Selective impairment of self body-parts processing in right- brain damage patients. *Cortex*, *46*, 322–328.
- Frassinetti, F., Maini, M., Romualdi, S., Galante, E., & Avanzi, S. (2008). Is it Mine? Hemispheric Asymmetries in Corporeal Self-recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20* (8), 1507-1516.
- Frassinetti, F., Pavani, F., Zamagni, E., Fusaroli, G., Vescovi, M., Benassi, M., et al. (2009). Visual processing of moving and static self body-parts. *Neuropsychologia*, *47* (8–9), 1988–1993.
- Freire, A., Lee, K., & Symons, L. A. (2000). The face-inversion effect as a deficit in the encoding of configural information: Direct evidence. *Perception*, *29* (2), 159–170.
- Freeman, B. J., Guthrie, D., Ritvo, E., Schroth, P., Glass, R., & Frankl, F. (1979). Behaviour observation scale: preliminary analysis of the similarities and

differences between autistic and mentally retarded children. *Psychological Reports*, 44, 519-524.

Frith, U. (2001). Mind blindness and the brain in autism. *Neuron.*, 32, 969–979.

Frith, U. (2003). *Autism: Explaining the enigma* (2nd ed.). Oxford: Black- well.

Frith, C.D., Blakemore, S. J., & Wolpert, D. M. (2000a). Explaining the symptoms of schizophrenia: abnormalities in the awareness of action. *Brain Res. Rev.*, 31 (2–3), 357–363.

Frith, C. D., Blakemore, S. J., & Wolpert, D. M. (2000b). Abnormalities in the awareness and control of action. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 355 (1404), 1771–1788.

Frith, C. D., & Frith, U. (1999). Interacting minds – A biological basis. *Science*, 286, 1692–1695.

Frith, U., & Vignemont, F. (2005). Egocentrism, allocentrism, and Asperger syndrome. *Consciousness and Cognition*, 14, 719–738.

Gallagher, S. (1995). Body schema and intentionality. In J. L. Bermudez, A. Marcel, N. Eilan (Eds.), *The body and the self*. Cambridge (p. 225–44). MA: MIT Press.

- Gallagher, S. (2005). *How the body shapes the mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Gallagher, I. I. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends Cogn. Sci.*, 4 (1), 14–21.
- Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of Ftheory of mind. *Trends Cogn. Sci.*, 7 (2), 77–83.
- Gallese, V. (2006). Intentional attunement: a neurophysiological perspective on social cognition and its disruption in autism. *Brain. Res.*, 1079, 15–24.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119 (P2), 593–609.
- Gallup, G. G. (1970). Chimpanzees: self-recognition. *Science*, 167, 86–87.
- Gallup, G. G. J. (1977). Self-recognition in primates: a comparative approach to the bidirectional properties of consciousness. *Am. Psychol*, 32 (5), 329 – 338.
- Gallup, G. G. (1982). Self-awareness and the emergence of mind in primates. *Am. J. Primatol.*, 2 (3), 237–248.

- Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience*, *3*, 191–197.
- Gauthier, I., & Tarr, M. J. (1997). Becoming a “Greeble” expert: exploring mechanisms for face recognition. *Vision Research*, *37*, 1673–1681.
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C. (1999). Activation in the middle fusiform “face area” increases with expertise in recognizing novel objects. *Nature Neuroscience*, *2*, 568–573.
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Moylan, J., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). The fusiform “face area” is part of a network that processes faces at the individual level. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*, 495–504.
- Georgieff, N., & Jeannerod, M. (1998). Beyond consciousness of external reality: a ‘who-system’ for consciousness of action and self-consciousness. *Conscious. Cogn.* *7*, 465–477.
- Gessaroli, E., Andreini, V., Pellegri, E., & Frassinetti, F. (2013). Self-face and self-body recognition in autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *7*, 793–800.
- Gillihan, S. J., & Farah, M. J. (2005). Is self special? A critical review of evidence from experimental psychology and cognitive neuroscience. *Psychological Bulletin*, *131*, 76–97.

- Goren, C. C., Sarty, M., & Wu, P. Y. (1975). Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics*, *56*, 544–549.
- Grandin, T., & Scariano, M. M. (1986). *Emergence labelled autistic*. Tunbridge Wells, UK: Costello.
- Grelotti, D. J., Gauthier, I. & Schultz, R. T. (2002). Social interest and the development of cortical face specialization: What autism teaches us about face processing. *Dev. Psychobiol.*, *40*, 213-225.
- Grill-Spector, K., Knouf, N., & Kanwisher, N. (2004). The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. *Nature Neuroscience*, *7*, 555–562.
- Gross, C. G., Rocha-Miranda, C. E. & Bender, D. B. (1972). Visual properties of neurons in inferotemporal cortex of the macaque. *J. Neurophysiol.*, *35*, 96-111.
- Guariglia, C., & Antonucci, G. (1992). Personal and extrapersonal space: A case study of neglect dissociation. *Neuropsychologia*, *30*, 1001–1009.
- Gunji, A., Inagaki, M., Inoue, Y., Takeshima, Y., & Kaga, M. (2009). Event-related potentials of self-face recognition in children with pervasive developmental disorders. *Brain Dev*, *31*, 139–47.

- Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Snyder, J., Chabris, C. F., Clark, J., Steele, S., et al. (2004). Activation of the fusiform gyrus when individuals with autism spectrum disorder view faces. *Neuroimage*, 22 (3), 1141–1150.
- Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Snyder, J., & Tager-Flusberg, H. (2006). Anatomical difference in the mirror. Neuron system and social cognition network in autism. *Cereb. Cortex.*, 16, 1276–1282.
- Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Snyder, J., & Tager-Flusberg, H. (2007). Abnormal activation of the social brain during face perception in autism. *Human Brain Mapping*, 28 (5), 441–449.
- Haith, M. M., Bergman, T., & Moore, M. J. (1977). Eye contact and face scanning in early infancy. *Science*, 198 (4319), 853–855.
- Halpin, J. A., Puff, C. R., Mason, H. F., & Marston, S. P. (1984). Self-reference encoding and incidental recall by children. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22, 87–89.
- Hancock, P. J. B., Bruce, V., & Burton, A. M. (2000). Recognition of unfamiliar faces. *Trend in Cognitive Sciences*, 4, 330–337.
- Happé, F. (2003). Theory of mind and the self. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1001, 134–144.
- Happé, F. G. (1996). Studying weak central coherence at low levels: Children with autism do not succumb to visual illusions. A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37 (7), 873–877.

Happé, F., & Frith, U. (1996). The neuropsychology of autism. *Brain*, *119*, 1377–1400.

Harel, H., Gordon, I., Geva, R., & Feldman, R. (2010). Gaze behaviors of preterm and full-term infants in nonsocial and social contexts of increasing dynamics: Visual recognition, attention regulation, and gaze synchrony. *Infancy*, *16*, 69–90.

Hauck, M., Fein, D., Maltby, N., Waterhouse, L. & Feinstein, C. (1998). Memory for faces in children with autism. *Child Neuropsychology*, *4*, 187-198.

Haxby, J. V., Gobbini, M. I., Furey, M. L., Ishai, A., Schouten, J. L., & Petrini, P. (2001). Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science*, *293*, 2425-2430.

Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, *51*(1), 59–67.

Herbert, J. D., Sharp, I. R., & Gaudiano, B. A. (2002). Separating fact from fiction in the etiology and treatment of autism: A scientific review of the evidence. *The Scientific Review of Mental Health Practice*, *1*, 23–43.

Hernandez, N., Metzger, A., Magné, R., Bonnet-Brilhault, F., Roux, S., Barthelemy, C., et al. (2009). Exploration of core features of a human face by healthy and autistic adults analyzed by visual scanning. *Neuropsychologia*, *47*(4), 1004–1012.

- Hill, E., Berthoz, S., & Frith, U. (2004). Brief report: Cognitive processing of own emotions in individuals with autistic spectrum disorder and in their relatives. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 34*, 229–235.
- Hobson, R. P., Chidambi, G., Lee, A., & Meyer, J. (2006). Foundations for self-awareness: An exploration through autism. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 71*, 167–186.
- Hobson, R. P., Ouston, J., & Lee, A. (1988). What's in a face? The case of autism. *British Journal of Psychology, 79*, 441–453.
- Hodzic, A., Muckli, L., Singer, W., & Stirn, A. (2009) Cortical responses to self and others. *Hum Brain Mapp, 30*, 951–962.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1959). Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex. *J. Physiol., 148*, 574-591.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1977). *Functional architecture of macaque monkey visual cortex*. London: Proc. R. Soc., 198, 1-59.
- Hughes, C., Leboyer, M., & Bouvard, M. (1997). Executive function in parents of children with autism. *Psychological Medicine, 27*, 209–220.
- Iacoboni, M., & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nat. Rev. Neurosci., 7*, 942–951.

Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, *286* (5449), 2526–2528.

Inoue-Nakamura, N. (1997). Mirror self-recognition in nonhuman primates: a phylogenetic approach. *Jpn. Psychol. Res.*, *39*, 266–275.

Ionta, S., Fourkas, A. D., Fiorio, M., Aglioti, S. M. (2007) The influence of hands posture on mental rotation of hands and feet. *Exp Brain Res*, *183*, 1–7.

Ishai, A. (2008). Let's face it: It's a cortical network. *Neuroimage*, *40*, 415-419.

Ishai, A., Ungerleider, L. G., Martin, A., Schouten, J. L., & Haxby, J. V. (1999). Distributed representation of objects in the human ventral visual pathway. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *96*(16), 9379–9384.

Iwata, B. A., Dorsey, M. F., Slifer, K. J., Bauman, K. E., & Richman, G. S. (1994). Toward a functional analysis of self- injury. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *27*, 197–209 (Reprinted from *Analysis and Intervention in Developmental Disabilities*, *2*, 3–20 (1982)).

James, W. (1892). *Principles of Psychology*. New York: Henry Holt and Company.

Jeannerod, M. (1999) The 25th Bartlett Lecture. To act or not to act: perspectives on the representation of actions. *Q. J. Exp. Psychol.*, *52A*, 1–29.

- Jeannerod, M. (2003). The mechanism of self recognition in humans. *Behavioral Brain Research, 142*, 1–15.
- Jeannerod, M. (2004). Visual and action cues contribute to the self-other distinction. *Nat. Neurosci., 7*, 422–423.
- Jemel, B., Mottron, L., & Dawson, M. (2006). Impaired face processing in autism: Fact or artifact? *Journal of Autism and Developmental Disorders, 36* (1), 91–106.
- Johnson, D. B. (1983). Self-recognition in infants. *Infant Behaviour and Development, 6*, 211–222.
- Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nat. Rev. Neurosci., 6*, 766-774.
- Johnson, M. H., & Morton, J. (1991). *Biology and cognitive development: The case of face recognition*. Oxford: Basil Blackwell.
- Johnson, M. S., Dziurawic, H., Ellis, M., & Morton, J. (1991). Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition, 40*, 1–19.
- Jones, W., Carr, K., & Klin, A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Archives of General Psychiatry, 65* (8), 946–954.

- Joseph, R. M., & Tanaka, J. (2003). Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44*, 529–542.
- Kahn, R. L., & Cannell, C. F. (1957). *The Dynamics of Interviewing*. New York: Wiley.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, *2*, 217–250.
- Kaplan, P., Werner, J., & Rudy, J. (1990). Habituation, sensitization, and infant visual attention. *Advances in infancy research*, *6*, 61–109.
- Kammers, M. P., Verhagen, L., Dijkerman, H. C., Hogendoorn, H., De Vignemont, F., Schutter, D. J. (2008) Is This Hand for Real? Attenuation of the Rubber Hand Illusion by Transcranial Magnetic Stimulation over the Inferior Parietal Lobule. *Journal of Cognitive Neuroscience*. [Epub ahead of print].
- Kammers, M. P., de Vignemont, F., Verhagen, L., & Dijkerman, H. C. (2009). The rubber hand illusion in action. *Neuropsychologia*, *47*, 204-11.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, *17*, 4302–4311.
- Karnath, H. O., Baier, B., & Nagele, T. (2005). Awareness of the functioning of one's own limbs mediated by the insular cortex? *Journal of Neuroscience*, *25*, 7134–7138.

- Keenan, J. P., Freund, S., Hamilton, R. H., Ganis, G., Pascual-Leone, A. (2000). Hand response differences in a self-face identification task. *Neuropsychologia*, 38, 1047–1053.
- Keenan, J. P., Gallup, G. G., & Falk, D. (2003). *The face in the mirror: The search for the origins of consciousness*. New York: HarperCollins/Ecco.
- Keenan, J. P., McCutcheon, B., Freund, S., Gallup Jr., G.G., Sanders, G., Pascual-Leone, A. (1999). Left hand advantage in a self-face recognition task. *Neuropsychologia* 37, 1421–1425.
- Keenan, J. P., McCutcheon, B., & Pascual-Leone, A. (2001). Functional magnetic resonance imaging and event related potentials suggest right prefrontal activation for self-related processing. *Brain and Cognition*, 47, 87–91.
- Keenan, J. P., Wheeler, M., & Ewers, M. (2003). The neuropsychology of self. In S. David, T. Kircher (Ed.), *The Self and Schizophrenia: A Neuro-psychological Perspective* (pp.166 – 179). Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Keenan, J. P., Wheeler, M. A., Gallup, G. G., & Pascual-Leone, A. (2000). Self-recognition and the right prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Science*, 4 (9), 338–344.
- Kelley, W., Macrae, C., Wyland, C., Caglar, S., Inati, S., & Heatherton, T. (2003). Finding the self? An event-related fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 2391 – 2395.

- Kennedy, C. H., Meyer, K. A., Knowles, T., & Shukla, S. (2000). Analyzing the multiple functions of stereotypical behavior for students with autism: Implications for assessment and treatment. *Journal of Applied Behavior Analysis, 33*, 559–571.
- Keysers, C., & Gazzola, V. (2006). Towards a unifying neural theory of social cognition. *Prog. Brain Res., 156*, 379–401.
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J. L., Fogassi, L., et al. (2004). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron., 42*, 335–346.
- Kircher, T., & David, A. S. (2003). *The Self and Schizophrenia*. Oxford: Univ. Press.
- Kircher, T., Senior, C., Phillips, M. L., Benson, P. J., Bullmore, E. T., Brummer, M., Simmons, A., Williams, S. C., Bartels, M., David, A. S. (2000). Towards a functional neuroanatomy of self-processing: effects of faces and words. *Cognitive Brain Research, 10*, 133–144.
- Kircher, T. T., Senior, C., Phillips, M. L., Rabe-Hesketh, S., Benson, P.J., Bullmore, E.T., et al. (2001). Recognizing one's own face. *Cognition, 78* (1), B1–B15.
- Kirchner, H., & Thorpe, S. J. (2006). Ultra-rapid object detection with saccadic eye movements: Visual processing speed revisited. *Vision Research, 46* (11), 1762-1776.

- Klauch, S. M., Pouska, F., & Benner, A. (1997). Serotonin transporter (5-HTT) gene variants associated with autism? *Human Molecular Genetics*, 6 (13), 2233-2238.
- Klin, A., & Jones, W. (2008). Altered face scanning and impaired recognition of biological motion in a 15-month-old infant with autism. *Dev. Sci.*, 11 (1), 40–46.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R. T., & Volkmar, F. (2003). “Defining and Quantifying the Social Phenotype in Autism”: Dr. Klin and colleagues reply. *American Journal of Psychiatry*, 160 (7), 1359– 1360.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002a). Defining and quantifying the social phenotype in autism. *American Journal of Psychiatry*, 159 (6), 895–908.
- Klin, A., Sparrow, S. S., de Bildt, A., Cicchetti, D. V., Cohen, D. J., & Volkmar, F. R. (1999). A normed study of face recognition in autism and related disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 499–508.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002b). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, 59 (9), 809–816.
- Knoblich, G. (2002). Self recognition: Body and action. *Trends Cognitive Science*, 6, 447–449.

- Knoblich, G., & Flach, R. (2003). Action identity: Evidence from self-recognition, prediction, and coordination. *Consciousness and Cognition*, *12*, 620–632.
- Knoblich, G. & Flach, R. (2001). Predicting the effects of actions: Interactions of perception and action. *Psychol. Sci.*, *12*, 467–472.
- Kobatake, E. & Tanaka, K. (1994). Neuronal selectivities to complex object features in the ventral visual pathway of the macaque cerebral cortex. *J. Neurophysiol.*, *71*, 856-867.
- Koegel, R. L., & Covert, A. (1972). The relationship of self-stimulation to learning in autistic children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *5*, 381–387.
- Koegel, R. L., Firestone, P. B., Kramme, K. W., & Dunlap, G. (1974). Increasing spontaneous play by suppressing self-stimulation in autistic children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *7*, 521–528.
- Kogan, M. D., Blumberg, S. J., Schieve, L. A., Boyle, C. A., Perrin, J. M., Ghandour, R. M., et al. (2009). Prevalence of parent-reported diagnosis of autism spectrum disorder among children in the US, 2007. *Pediatrics*, *124*, 1395–1403.
- Konorsky, J. (1972). *The integrative activity of the brain*. University of Chicago press, Chicago.

- Kuusikko-Gauffin, S., Jansson-Verkasalo, E., Carter, A., Pollock-Wurman, R., Jussila, K., Mattila M., Rahko, J., Ebeling, H., Pauls, D., Moilanen, I. (2011). Face memory and object recognition in children with high-functioning autism or Asperger syndrome and in their parents. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 622–628.
- Laeng, B., & Caviness, V. S. (2001). Prosopagnosia as a deficit in encoding curved surface. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13 (5), 556–576.
- Lambie, J. A., & Marcel, A. J. (2002). Consciousness and the varieties of emotion experience: a theoretical framework. *Psychol. Rev.*, 109 (2), 219 – 259.
- Langdell, T. (1978). Recognition of faces: an approach to the study of autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 19, 255–268.
- Larkfors, L., Oskarsson, A., Sundberg, J., & Ebendal, T. (199). Methyl-mercury induced alterations in the nerve growth factor level in the developing brain. *Brain Res. Dev.*, 62 (2), 287–291.
- Le Grand, R., Mondloch, C. J., Maurer, D., & Brent, H. P. (2001). Neuroperception. Early visual experience and face processing. *Nature*, 410, 890.
- Le Grand, R., Mondloch, C. J., Maurer, D., & Brent, H. P. (2003). Expert face processing requires visual input to the right hemisphere during infancy. *Nat. Neurosci.*, 6, 1108-1112

- Leahy, R. L. (1976). Development of preferences and processes of visual scanning in the human infant during the first 3 months of life. *Developmental Psychology, 12*, 250–254.
- LeDoux, J. (2002). *Synaptic Self: How Our Brain Become Who We Are*. Viking Publisher.
- Legrand, D. (2006). The bodily self: The sensori-motor roots of pre-reflective self-consciousness. *Phenomenology and the Cognitive Sciences, 5*, 89–118.
- Lee, A., & Hobson, R. P. (2006). Drawing self and other: How do children with autism differ from those with learning difficulties. *British Journal of Developmental Psychology, 24*, 547–565.
- Lee, A., & Hobson, R. P. (1998). On developing self-concepts: A controlled study of children and adolescents with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 39*, 1131–1144.
- Leekam, S. R., Hunnisett, E., & Moore, C. (1998). Targets and cues: Gaze-following in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 39*, 951–962.
- Lethmate, J., & Ducker, G. (1973). Untersuchungen am sebsterkennen im spiegel bei orangutans einigen anderen affenarten (Self-recognition by orangutans and some other primates). *Z. Tierpsychol., 33*, 248–269.

- Leonard, C. M., Rolls, E. T., Wilson, F. A. W., & Baylis, G. C. (1985). Neurons in the amygdala of the monkey with responses selective for faces. *Behavioral Brain Research, 15*, 159–176.
- Lewis, M., & Brooks, J. (1978). *Self knowledge and emotional development*. New York: Plenum.
- Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2009). Recognition memory, self-other source memory, and theory-of-mind in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 39*, 1231–1239.
- Lissauer, H. (1890). "Ein Fall von Seelenblindheit nebst einem Beitrag zur Theorie derselben". *Arch Psychiatry 21*, 222–270.
- Li S., Thompson, S. A., & Woods, J. S. (1996). Localization of gamma-glutamylcysteine synthetase mRNA expression in mouse brain following methylmercury treatment using reverse transcription in situ PCR amplification. *Toxicol. Appl. Pharmacol., 140* (1),180-187.
- Liu, J., Harris, A., Mangini, M., Wald, L., Kwong, K., & Kanwisher, N. (2003). *Distinct representations of faces in the FFA and the OFA: an fMRI study*. In Society for Neuroscience, New Orleans, LA.
- Lombardo, M., Barnes, J. L., Wheelwright, S. J., & Baron-Cohen, S. (2007). Self referential cognition and empathy in autism. *PLoS One, 2*, e883.

- Lombardo, M., Chakrabarti, B., Bullmore, E. T., Sadek, S. A., Pasco, G., Wheelwright, S. J., Baron-Cohen S., et al. (2010). Atypical neural self-representation in autism. *Brain, 133*, 611–624.
- Lorscheider, F. L., Vimy, M. J., & Summers, A. O. (1995). Mercury exposure from “silver” tooth fillings: emerging evidence questions a traditional dental paradigm. *FASEB J, 9*, 504–50.
- Lotter, V. (1966). Epidemiology of autistic conditions in young children, I. Prevalence. *Social Psychiatry, 1*, 124-137.
- Lovaas, O. I., Litrownik, A., & Mann, R. (1971b). Response latencies to auditory stimuli in autistic children engaged in self-stimulatory behavior. *Behavioral Research and Therapy, 9*, 39–49.
- Lovaas, O. I., Newsom, C., & Hickman, C. (1987). Self-stimulatory behavior and perceptual reinforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis, 20*, 45–68.
- Maestro, S., Muratori, F., Barbieri, F., Casella, C., Cattaneo, V., Cavallaro, M., et al. (2001). Early behavioral development in autistic children: The first 2 years of life through home movies. *Psychopathology, 34* (3), 147–152.
- Mahler, M. S., Pine, F., & Bergman, A. (1975). *The psychological birth of the human infant: Symbiosis and individuation*. New York: Basic Books.

- Makin, T. R., Holmes, N. P., & Ehrsson, H. H. (2008). On the other hand: dummy hands and peripersonal space. *Behav Brain Res, 191* (1), 1–10.
- Mandell, D. S., Thompson, W. W., Weintraub, E. S., DeStefano, F., & Blank, M. B. (2005). Trends in diagnosis rates of autism and ADHD at hospital discharge in the context of other psychiatric diagnoses. *Psychiatric Services, 56*, 56–62.
- Marcel, A. J., & Lambie, J. A. (2004). How many selves in emotion experience? Reply to Dalglish and Power. *Psychol. Rev., 111* (3), 820 – 826.
- Marcel, A. J., Tegner, R., & Nimmo-Smith, I. (2004). Anosognosia for plegia: Specificity, extension, partiality and disunity of bodily unawareness. *Cortex, 40*, 19–40.
- Markowitsch, H. J., Calabrese, P., Haupts, M., Durwen, H. F., Liess, J., & Gehlen, W. (1993). Searching for the anatomical basis of retrograde amnesia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychologia, 15*, 947-967.
- Markowitsch, H. J., Calabrese, P., Fink, G. R., Durwen, H. F., Kessler, J., Harting, C. et al. (1997). Impaired episodic memory retrieval in a case of probable psychogenic amnesia. *Psychiatry Research, 74*, 119-126.
- Marsh, H. W., Ellis, L. A., & Craven, R. G. (2002). How do preschool children feel about themselves? Unravelling measurement and multidimensional self concept structure. *Developmental Psychology, 38*, 376–393.

Marvulli, R. (1977). *I questionari*. Torino: Tirrenia.

Matson, J. L., & Mahan, S. (2009). Current status of research on childhood disintegrative disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3, 861–867.

Matson, J. L., Mahan, S., Hess, J. A., & Fodstad, J. C. (2010). Effect of developmental quotient on symptoms of inattention and impulsivity among toddlers with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 464–499.

Matson, J. L., & Neal, D. (2009). Diagnosing high incidence autism spectrum disorders in adults. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3, 581–589.

Matson, J. L., Nebel-Schwalm, M., & Matson, M. L. (2007). A review of methodological issues in the differential diagnosis of autism spectrum disorders in children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 1, 38–54.

Matson, J. L., & Wilkins, J. (2007). A critical review of assessment targets and methods for social skills excesses and deficits for children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 1, 28–37.

Matson, J. L., & Wilkins, J. (2009). Psychometric testing methods for children's social skills. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 249–274.

Maurer, D., & Barrera, M. (1981). Infants' perception of natural and distorted arrangements of a schematic face. *Child Development*, 52 (1), 196–202.

- Maurer, D., Le Grand, R., & Mondloch, C. J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 255–260.
- Maurer, D. & Salapatek, P. (1976). Developmental changes in the scanning of faces by young infants. *Chil. Dev.*, 47, 523-527.
- Mazur, J. E. (2013). *Learning and behavior*. (7th ed., pp. 226). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- McCarthy, G., Puce, A., Belger, A., & Allison, T. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. II: Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. *Cerebral Cortex*, 9, 431–444.
- McCarthy, G., Puce, A., Gore, J. C., & Allison, T. (1997). Face-specific processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 605–610.
- McPartland, J., Dawson, G., Webb, S. J., Panagiotides, H., & Carver, L. J. (2004). Event-related brain potentials reveal anomalies in temporal processing of faces in autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45 (7), 1235–1245.
- McPartland, J., Webb, S. J., Keehn, B., & Dawson, G. (2011). Patterns of Visual Attention to Faces and Objects in Autism Spectrum Disorder. *J. Autism. Dev. Disord.*, 41, 148–157.

- Meador, K. J., Loring, D. W., Feinberg, T. E., Lee, G. P., & Nichols, M. E. (2000). Anosognosia and asomatognosia during intracarotid amobarbital inactivation. *Neurology*, *55*, 816–820.
- Meadows, J. C. (1974). The anatomical basis of prosopagnosia. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, *37*, 489–501.
- Metzinger, T., & Gallese, V. (2003). The emergence of a shared action ontology: building blocks for a theory. *Conscious Cogn.*, *12* (4), 549 – 571.
- Miller, B. L., Seeley, W. W., Mychack, P., Rosen, H. J., Mena, I., & Boone K. (2001). Neuroanatomy of the self: evidence from patients with frontotemporal dementia. *Neurology*, *57*, 817–821.
- Millward, C., Powell, S., Messer, D., & Jordan, R. (2000). Recall for self and other in autism: Children’s memory for events experienced by themselves and their peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *30*, 15–28.
- Mitchell, P., & O’Keefe, K. (2008). Brief report: Do individuals with autism spectrum disorder think they know their own minds? *Journal of Autism and Developmental Disorder*, *38*, 1591–1597.
- Moldin, S. O., & Rubenstein, J. L. R. (2006). *Understanding autism: from basic neuroscience to treatment*. Boca Raton: CRC/Taylor & Frances.

- Molnar-Szakacs, I., Iacoboni, M., Koski, L., & Mazziotta, J. C. (2004). Functional segregation within pars opercularis of the inferior frontal gyrus: evidence from fMRI studies of imitation and action observation. *Cereb. Cortex.*, *15* (7), 986-94.
- Molnar-Szakacs, I., Uddin, L. Q., & Iacoboni, M. (2005). Right-hemisphere motor facilitation by self-descriptive personality-trait words. *European Journal of Neuroscience*, *21*, 2000–2006.
- Morita, T., Itakura, S., Saito, D. N., Nakashita, S., Harada, T., Kochiyama, T., et al. (2008). The role of the right prefrontal cortex in self evaluation of the face: A functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20* (2), 342–355.
- Morton, J., & Johnson, M. H. (1991). CONSPEC and CONLERN: a two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, *98*, 164–181.
- Mottron, L., Dawson, M., Soulie`res, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36* (1), 27–43.
- Muller, C., & Nussbeck, S. (2008). Do children with autism spectrum disorders prefer to match pictures based on their physical details or their meaning? *Journal of Mental Health Research in Intellectual Disabilities*, *1* (3), 140–155.
- Munk, H. (1881). *Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. Gesammelte Mittheilungenaus den lahren*. Berlin: Hirschwald.

Myers, A., Sowden, P. T. (2008) Your hand or mine? The extrastriate body area. *NeuroImage* 42, 1669–1677.

Nakamura, A., Hatano, K., et al. (2001). Neural substrates for recognition of familiar voices: A PET study. *Neuropsychologia*, 39, 1047–1054.

Nakamura, K., Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., et al. (2001). Neural substrates for recognition of familiar voices: A PET study. *Neuropsychologia*, 39, 1047–1054.

Nassar, N., Dixon, G., Bourke, J., Bower, C., Glasson, E., de Klerk, N., et al. (2009). Autism spectrum disorders in young children: Effect of changes in diagnostic practices. *International Journal of Epidemiology*, 38, 1245–1254.

National Research Council (NRC). (2001). *Educating children with autism*. Washington, DC: National Academy Press.

Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Meredith.

Neisser, U. (1991). Two perceptually given aspects of the self and their development. *Developmental Review*, 11, 197–209.

Nelson, C. A. (2001). The development and neural bases of face recognition. *Infant and Child Development*, 10, 3–18.

- Neuman, C. J., & Hill, S. D. (1978). Self-recognition and stimulus preference in autistic children. *Developmental Psychobiology*, *11*, 571–578.
- Neumann, D., Spezio, M. L., Piven, J., & Adolphs, R. (2006). Looking you in the mouth: Abnormal gaze in autism resulting from impaired top-down modulation of visual attention. *SCAN*, *1*, 194–202.
- Nicholas, J. S., Charles, J. M., Carpenter, L. A., King, L. B., Jenner, W., & Spratt, E. G. (2008). Prevalence and characteristics of children with autism-spectrum disorders. *Annals of Epidemiology*, *18*, 130–136.
- Nielsen, M., & Dissanayake, C. (2004). Pretend play, mirror self-recognition and imitation: a longitudinal investigation through the second year. *Infant Behavior & Development*, *27*, 342–365.
- Logothetis, N. K., & Sheinberg, D. L. (1996). Visual object recognition. *Annu. Rev. Neurosci.*, *19*, 577-621.
- Nahm, F. K. D., Perret, A., Amaral, D., & Albright, T. D. (1997). How do monkeys look at faces? *Journal of Cognitive Neuroscience*, *9*, 611–623.
- Northoff, G. (2004). *Philosophy of the Brain. The Brain Problem*. John Benjamins Publishing, Amsterdam.

- Northoff, G., & Bermpohl, F. (2004). Cortical midline structures and the self. *Trends Cogn. Sci.*, 8 (3), 102–107.
- O'Scalaidhe, S. P, Wilson, F. A. W., & Goldman-Rakic, P. S. (1997). Areal segregation of face-processing neurons in prefrontal cortex. *Science*, 278, 1135–1138.
- Oberman L. M., Pineda J. A., & Ramachandran W. S., (2007). The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, 2 (1), 62-66.
- Ornitz, E. M., & Ritvo, E. R. (1968) Perceptual inconstancy in early infantile autism. The syndrome of early infant autism and its variants including certain cases of childhood schizophrenia. *Arch. Gen. Psychiatr.*, 18, 76–98.
- Osterling, J. A., & Dawson, G. (1994). Early recognition of children with autism: A study of first birthday home videotapes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24 (3), 247–257.
- Ozonoff, S., Macari, S., Young, G. S., Goldring, S., Thompson, M., & Rogers, S. J. (2008). Atypical object exploration at 12 months of age is associated with autism in a prospective sample. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 12 (5), 457–472.
- Panksepp, J. (1998a). *Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions*. New York: Oxford Univ. Press.

- Panksepp, J. (1998b). The periconscious substrates of consciousness: affective states and the evolutionary origins of the self. *J. Conscious. Stud.* 5 (5–6), 566–582.
- Panksepp, J. (2003). At the interface of the affective, behavioral, and cognitive neurosciences: decoding the emotional feelings of the brain. *Brain Cogn.*, 52 (1), 4–14.
- Panksepp, J. (2005b). On the embodied neural nature of core emotional affects. *J. Conscious. Stud.*, 12 (8–10), 158–184.
- Parsons, L. M. (1994). Temporal and kinematic properties of motor behavior reflected in mentally simulated action. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, 20, 709–730.
- Pascalis, O., & de Haan, M. (2003). Recognition memory and novelty preference: What model? *Progress in Infancy Research*, 3, 95–120.
- Pascalis, O., de Schonen, S., Morton, J., Deruelle, C. & Fabre-Grenet, M. (1995). Mother's face recognition in neonates: A replication and an extension. *Infant Behaviour and Development*, 18, 79-85.
- Peelen, M. V., Wigget, A. J., & Downing, P. E.(2006). Pattern of fMRI activity dissociate overlapping functional brain area that respond to biological motion. *Neuron*, 49, 815-822.

- Peelen, M. V., & Downing, P. E. (2007). The neural basis of visual body perception. *Nat. Rev. Neurosci.*, *8*, 636–648.
- Peelen, M. V., & Downing, P. E. (2005). Selectivity for the human body in the fusiform gyrus. *Journal of Neurophysiology*, *93*, 603-608.
- Peelen, M. V., & Downing, P. E. (2004). Selectivity for the human body in the fusiform gyrus. *Journal of Neurophysiology*, *93*, 603–608.
- Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. D., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *32*, 249–261.
- Perrett, D. J., Mistlin, A.J., Potter, D. D., Smith, P. A. J., Head, A. S., Chitty, A. J., Broenniman, R., Milner, A. D., & Jeeves, M. A. (1986). Functional organization of visual neurons processing face identity. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, A. W. Young (Eds.), *Aspects of face processing*. Dordrecht: Martinus Nijhof.
- Pfeifer, J. H., Iacoboni, M., Mazziotta, J. C., & Dapretto, M. (2008). Mirroring others' emotions relates to empathy and interpersonal competence in children. *Neuroimage*, *39*, 2076–2085.
- Piaget, J. (1923). *Il linguaggio e il pensiero del fanciullo*. Firenze, Editrice Universitaria.

- Piazza, C. C., Adelinis, J. D., Hanley, G. P., Goh, H., & Delia, M. D. (2000). An evaluation of the effects of matched stimuli on behaviors maintained by automatic reinforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *33*, 13–27.
- Pierce, K., & Courchesne, E. (2000). Exploring the neurofunctional organization of face processing in Autism. *Archives of General Psychiatry*, *57*, 344–346.
- Pierce, K., Haist, F., Sedaghat, F., & Courchesne, E. (2004). The brain response to personally familiar faces in autism: findings of fusiform activity and beyond. *Brain*, *127*, 2703–2716.
- Pierce, K., Muller, R. A., Ambrose, J., Allen, G., & Courchesne, E. (2001). Face processing occurs outside the fusiform ‘face area’ in autism: Evidence from functional MRI. *Brain*, *124*, 2059–2073.
- Plaisted, K., O’Riordan, M., & Baron-Cohen, S. (1998). Enhanced visual search for a conjunctive target in autism: A research note. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *39* (05), 777–783
- Platek, S. M., Keenan, J. P., Gallup, G. G., & Mohamed, F. B. (2004). Where I am? The neurological correlates of self and other. *Cognitive Brain Research*, *19*, 114–122.
- Platek S. M., Loughhead J. W., Gur R. C., Busch S., Ruparel K., et al. (2006). Neural substrates for functionally discriminating self-face from personally familiar faces. *Hum Brain Mapp.*, *27*, 91–98.

- Platek, S. M., Wathnea, K., Tierneya, N. G., Thomsona, J. W. (2008). Neural correlates of self-face recognition: An effect-location meta-analysis. *Brain Research, 1232*, 173–184
- Potter, M. C., & Levy, E. (1969). Recognition memory for a rapid sequence of pictures. *Journal of Experimental Psychology, 81* (1), 10–15.
- Povinelli, D. J. (2001). The self: Elevated in consciousness and extended in time. In C. Moore & K. Lemmon (Eds.), *The self in time: Developmental perspectives*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 75–95.
- Povinelli, D. J., Gallup, G. G. J., Eddy, T. J., Bierschwale, D.T., Engstrom, M.C., Perilloux, H. K., et al. (1997). Chimpanzees recognize themselves in mirrors. *Anim. Behav., 53*, 1083–1088.
- Preyer, W. (1889). *The Mind of the Child Part II: the Development of the Intellect*. New York: Appleton.
- Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *Eur. J. Cogn. Psychol., 9*, 129–154.
- Ramachandran, V. S, & Rogers-Ramachandran, D. (1996). Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc. R. Soc. Lond., 263*, 377–86.

- Rapp, J. T. (2006). Toward an empirical method for identifying matched stimulation for automatically reinforced behavior: A preliminary investigation. *Journal of Applied Behavior Analysis, 39*, 137–140.
- Rapp, J. T. (2007). Further evaluation of methods to identify matched stimulation. *Journal of Applied Behavior Analysis, 40*, 73–88.
- Rapp, J. T., & Vollmer, T. R. (2005). Stereotypy. I. A review of behavioral assessment and treatment. *Research in Developmental Disabilities, 26*, 527–547.
- Reed, C. L., Stone, V. E., Bozova, S., & Tanaka, J. (2003). The body-inversion effect. *Psychological Science, 14*, 302-308.
- Repp, A. C., Felce, D., & Barton, L. E. (1988). Basing the treatment of stereotypic and self-injurious behaviors on hypotheses of their causes. *Journal of Applied Behavior Analysis, 21*, 281–289.
- Richards, J. E. (1997). Effects of attention in infants' preference for briefly exposed visual stimuli in the paired-comparison recognition-memory paradigm. *Developmental Psychology, 33*, 22– 31.
- Rincover, A. (1978). Sensory extinction: A procedure for eliminating self-stimulatory behavior in developmentally disabled children. *Journal of Abnormal Psychology, 6*, 299–310.

- Rincover, A., Cook, R., Peoples, A., & Packard, D. (1979). Sensory extinction and sensory reinforcement principles for programming multiple adaptive behavior change. *Journal of Applied Behavior Analysis, 12*, 221–233.
- Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Moss, S. A., Brereton, A. V., & Tonge, B. J. (2000). Atypical interference of local detail on global processing in high-functioning autism and asperger's disorder. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 41* (06), 769–778.
- Ritvo, E. R., Freeman, B. J., Scheibel, A. B., Duong, T., Robinson, H., Guthrie, D., & Ritvo, A. (1986). Lower Purkinje cell counts in the cerebella of four autistic subjects: initial findings of the UCLA-NSAC Autopsy Research Report. *Am. J. Psychiatry, 143*(7), 862-6.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res. Cogn., 3* (2), 131 – 141.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature reviews neuroscience, 11* (4), 264-274.
- Rochat, P., & Striano, T. (2002). Who's in the mirror? Self-other discrimination in specular images by four- and nine-month-old infants. *Child Development, 73*, 35–46.

- Rogers, S. J., & Ozonoff, S. (2005). Annotation: What do we know about sensory dysfunction in autism? A critical review of the empirical evidence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *46*, 1255–1268.
- Rolls, E. T. (1992). Neurophysiology and functions of the primate amygdala. In J. P. Aggleton (Ed.), *The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction*. New York: Wiley-Liss.
- Rolls, E. T. (1984). Neurons in the cortex of the temporal lobe and in the amygdala of the monkey with responses selective for faces. *Human Neurobiology*, *3*, 209–222.
- Rondan, C., Gepner, B., & Deruelle, C. (2003). Inner and outer face perception in children with autism. *Child Neuropsychology*, *9*, 289–297.
- Ropar, D., & Mitchell, P. (1999). Are individuals with autism and Asperger's syndrome susceptible to visual illusions? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *40* (8), 1283–1293.
- Rose, S. A., Gottfried, A. W., Mello-Carminar, P., & Bridger, W. H. (1981). Familiarity and novelty preference in infant recognition memory: Implications for information processing. *Developmental Psychology*, *18*, 704–713.
- Rossion, B., Caldara, R., Seghier, M., Shuller, A. M., Lazeyras, F., Mayer, E. (2003). A network of occipito-temporal face – sensitive areas besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. *Brain*, *126*, 2381- 2395.

- Rouse, H., Donnelly, N., Hadwin, J., & Brown, T. (2004). Do children with autism perceive second-order relational features? The case of the Thatcher illusion. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *45*, 1246–1257.
- Rubens, A., & Benson, D. (1971). Associative visual agnosia. *Archives of Neurology*, *24*, 304–16.
- Sacks, O. (1995). *An anthropologist from Mars*. London: Picador.
- Sasson, N. J., Turner-Brown, L. M., Holtzclaw, T. N., Lam, K. S., & Bodfish, J. W. (2008). Children with autism demonstrate circumscribed attention during passive viewing of complex social and nonsocial picture arrays. *Autism Research*, *1* (1), 31–42.
- Saxe, R., Jamal, N., & Powell, L. (2006). My Body or Yours? The Effect of Visual Perspective on Cortical Body Representations. *Cerebral Cortex February*, *16*, 178–182.
- Scherf, K. S., Behrmann, M., Minshew, N., & Luna, B. (2008). Atypical development of face and greeble recognition in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *49* (8), 838–847.
- Schmidt, G. L., Kimel, L. K., Winterrowd, E., Pennington, B. F., Hepburn, S. L., & Rojas, D. C. (2008). Impairments in phonological processing and nonverbal intellectual function in parents of children with autism. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*, 557–567.

- Schreibman, L. (2000). Intensive behavioral/psychoeducational treatment for autism: Research needs and future directions. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 30*, 373–378.
- Schreibman, L. (2005). *The science and fiction of autism*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schreibman, L., Heyser, L., & Stahmer, A. (1999). Autistic disorder: Characteristics and behavioral treatment. In N. A. Wiesel, R. H. Hanson, & G. N. Siperstein (Eds.), *Challenging behavior of persons with mental health disorders and severe disabilities* (pp. 39–63). Washington, DC: American Association of Mental Retardation.
- Schulman, A. H., & Kaplowitz, C. (1977). Mirror-image response during the first two years of life. *Developmental Psychology, 10*, 133–142.
- Schultz, R. T., Gauthier, I., Klin, A., Fulbright, R. K., Anderson, A. W., Volkmar, F., Skudlarski, P., Lacadie, C., Cohen, D. J., & Gore, J. C. (2000). Abnormal ventral temporal cortical activity during face discriminations among individuals with autism and Asperger syndrome. *Archives of General Psychiatry, 37*, 331-340.
- Schwarzlose, R. F., Baker, C. I., & Kanwisher, N. (2005). Separate face and body selectivity on the fusiform gyrus. *J. Neurosci., 25*, 11055-11059.
- Sears, L. L. (1999). An MRI study of the basal ganglia in autism. *Prog. Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry, 23* (4), 613-24.

- Selfridge, O. (1959). "Pandemonium: A paradigm for learning". In *Proceedings of the Symposium on the Mechanization of Thought Processes*. London: HM Stationery Office.
- Sergent, J., Ohta, S., & MacDonald, B. (1992). Functional neuroanatomy of face and object processing. A positron emission tomography study. *Brain, 1*, 15–36.
- Sergent, J., Ohta, S., MacDonald, B., & Zuck, E. (1994). Segregated processing of facial identity and emotion in the human brain: A PET study. *Visual Cognition, 1* (2), 349–369.
- Serre, T., Kreiman, G., Kouh, M., Cadieu, C., Knoblich, U., & Poggio, T. (2007). A quantitative theory of immediate visual recognition. *Progress in Brain Research, 165C*, 33–56.
- Sewards, T. V., & Sewards, M. A. (2002). On the neural correlates of object recognition awareness: relationship to computational activities and activities mediating perceptual awareness. *Consciousness and Cognition, 11*, 51–77.
- Shah, A., & Frith, U. (1993). Why do autistic individuals show superior performance on the block design task? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 34* (8), 1351–1364.
- Shepherd, J. (1981). Social factors in face recognition. In G. Davies, H. Ellis, J. Shepherd, (Eds.), *Perceiving and remembering faces*. London: Academic Press.

- Sherer, M. R., & Schreibman, L. (2005). Individual behavioral profiles and predictors of treatment effectiveness for children with autism. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 73*, 525–538.
- Sigman, M., Dijamco, A., Gratier, M., & Rozga, A. (2004). Early detection of core deficits in autism. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev., 10*, 221–233.
- Silani, G., Bird, G., Brindley, R., Singer, T., Frith, C., & Frith, U. (2008). Levels of emotional awareness and autism: An fMRI study. *Social Neuroscience, 3*, 97–112.
- Simion, F. & Butterworth (1998). *The development of sensor, motor and cognitive capacities in early infancy: From perception to cognition*. Hove, UK: Psychology Press.
- Simion, F., Valenza, E., & Umiltà, C. (1998). Mechanisms underlying face preference at birth. In G. Butterworth, F. Simion (Eds.), *The development of cognitive capabilities in early infancy*, Erlbaum, London (pp. 87-101).
- Singer, J. M., & Kreiman, J. (2014). Short temporal asynchrony disrupts visual object recognition. *Journal of Vision, 14* (5), 1-14.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R.J., et al. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science, 303*, 1157–1162.

- Slater, A. & Butterworth, G. (1997). Perception of social stimuli: Face perception and imitation. In J. G. Bremner, A. Slater & G. Butterworth (Ed.), *Infant development: Recent advances* (pp. 223-246). New York: Psychology Press.
- Slater, M., Perez-Marcos, D., Ehrsson, H. H., & Sanchez-Vives, M. V. (2009). Inducing illusory ownership of a virtual body. *Front Neurosci*, 3 (2), 214–220.
- Smith, E. A., & Van Houten, R. (1996). A comparison of the characteristics of self-stimulatory behaviors in normal children and child with developmental delays. *Research in Developmental Disabilities*, 17, 254–268.
- Spangenberg, K. B., Wagner, M. T., & Bachman, D. L. (1998). Neuropsychological analysis of a case of abrupt onset following a hypotensive crisis in a patient with vascular dementia. *Neurocase* 4, 149–154.
- Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism: Effects of stimulus contents and type. *Autism*, 11 (3), 265–277.
- Sperry, R. W., Zaidel, E., Zaidel, D. (1979). Self recognition and social awareness in the disconnected minor hemisphere. *Neuropsychologia*, 17 (2), 153–166.
- Spiker, D., & Ricks, M. (1984). Visual self-recognition in autistic children: Developmental relationships. *Child Development*, 55, 214–225.

- Sterling, L., Dawson, G., Webb, S., Murias, M., Munson, J., Panagiotides, H., et al. (2008). The role of face familiarity in eye tracking of faces by individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38 (9), 1666–1675.
- Stuss, D. T., Gallup, G. G., et al. (2001). The frontal lobes are necessary for “theory of mind”. *Brain*, 124 (Pt. 2), 279–286.
- Suddendorf, T. & Whiten, A. (2001) Mental evolution and development: Evidence for secondary representation in children, great apes, and other animals. *Psychol. Bull.*, 127, 629–650.
- Sugiyama, T. & Abe, T. (1989). The prevalence of autism in Nagoya, Japan: A total population study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19, 87-96.
- Sugiura, M., Sassa, Y., Jeong, H., Miura, N., Akitsuki, Y., Horie, K., et al. (2006). Multiple brain networks for visual self-recognition with different sensitivity for motion and body part. *Neuroimage*, 32, 1905–1917.
- Sugiura, M., Kawashima, R., Nakamura, K., Okada, K., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Itoh, K., Kojima, S., & Fukuda, H. (2000). Passive and active recognition of one's own face. *NeuroImage* 11, 36–48.
- Sugiura, M., Watanabe, J., Maeda, Y., Matsue, Y., Fukuda, H., & Kawashima, R. (2005). Cortical mechanisms of visual self-recognition. *Neuroimage*, 24 (1), 143–149.

- Sui, J., & Zhu, Y. (2005). Five-year-olds can show the self-reference advantage. *International Journal of Behavioral Development, 29* (5), 382–387.
- Schwarzlose, R. F., Baker, C. I., & Kanwisher, N. (2005). Separate face and body selectivity on the fusiform gyrus. *Journal of Neuroscience, 25* (47), 11055–11059.
- Tanaka, K. (1996). Inferotemporal cortex and object vision. *Annual Review of Neuroscience, 19*, 109–139.
- Tanaka, J., Weiskopf, D., & Williams, P. (2001). The role of color in high-level vision. *Trends in Cognitive Sciences, 5*, 211–215.
- Tantam, D., Monaghan, L., Nicholson, J., & Stirling, J. (1989). Autistic children's ability to interpret faces: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 30*, 623–630.
- Taylor, J., Wigget, A., & Downing, P. (2007). fMRI analysis of body and body part representations in the extrastriate and fusiform body areas. *J. Neurophysiol., 98* (3), 1626-1633.
- Teunisse, J.-P., & de Gelder, B. (2003). Face processing in adolescents with autistic disorder: The inversion and composite effects. *Brain and Cognition, 52* (3), 285–294.

- Theoret, H., Kobayashi, M., Merabet, L., Wagner, T., Tormos, J. M., & Pascual-Leone, A. (2004). Modulation of right motor cortex excitability without awareness following presentation of masked self-images. *Cognitive Brain Research*, 20, 54–57.
- Tidmarsh, L., & Volkmar, F. R. (2003). Diagnosis and epidemiology of autism spectrum disorders. *Canadian Journal of Psychiatry*, 48, 517–525.
- Tokuomi, H., Uchino, M., Imamura, S., Yamanaga, H., Nakanishi, R., & Ideta, T. (1982). Minamata disease (organic mercury poisoning): Neuroradiologic and electrophysiologic studies. *Neurology*, 32, 1369-1375.
- Tong, F., & Nakayama, K. (1999). Robust representations for faces: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 1016–1035.
- Trepagnier, C., Sebrechts, M. M., & Peterson, R. (2002). Atypical face gaze in autism. *Cyberpsychology & Behavior*, 5 (3), 213–217.
- Turk, D.J., Heatherton, T.F., et al. (2002). Mike or me? Self-recognition in a split-brain patient. *Nat. Neurosci.*, 5 (9), 841–842.
- Turk, D.J., Heatherton, T.F., et al. (2003). Out of contact, out of mind: the distributed nature of the self. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1001, 65–78.
- Tzourio-Mazoyer, N., de Schonen, S., Crivello, F., Reutter, B., Aujard, Y. & Mazoyer, B. (2002). Neural correlates of woman face processing by 2-month-old infant. *Neuroimage*, 15, 454-461.

- Tsakiris, M., & Fotopoulou, A. (2008). Is my body the sum of online and offline body-representations? *Conscious Cogn*, *17* (4), 1317–1320.
- Uddin, L. Q., Davies, M. S., Scott, A. A., Zaidel, E., Bookheimer, S. Y., Iacoboni, M. & Dapretto, M. (2008). Neural Basis of Self and Other Representation in Autism: An fMRI Study of Self-Face Recognition. *PLoS ONE*, *3* (10): e3526.
- Uddin L. Q, Kaplan J. T., Molnar-Szakacs I., Zaidel, E., & Iacoboni, M. (2005). Self-face recognition activates a frontoparietal “mirror” network in the right hemisphere: an event-related fMRI study. *Neuroimage*, *25*, 926–935.
- Uddin, L. Q., Molnar-Szakacs, I., Zaidel, E., & Iacoboni, M. (2006). rTMS to the right inferior parietal lobule disrupts self-other discrimination. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *1*, 65–71.
- Urgesi, C., Berlucchi, G., & Aglioti, S. M. (2004). Magnetic stimulation of extrastriate body area impairs visual processing of nonfacial body parts. *Current Biology*, *14*, 2130–2134.
- Urgesi, C., Candidi, M., Ionta, S., & Aglioti, S. M. (2006). Representation of body identity and body actions in extrastriate body area and ventral premotor cortex. *Nature Neuroscience*, *10*, 30–31.
- Valentine, T. (1988). Upside-down faces: a review of the effect of inversion upon face recognition. *British Journal of Psychology*, *79*, 471–491.

- Van den Bos, E. & Jeannerod, M. (2002) Sense of body and sense of action both contribute to self- recognition. *Cognition* 85, 177–187.
- van der Geest, J. N., Kemner, C., Verbaten, M. N., & van Engeland, H. (2002). Gaze behavior of children with pervasive developmental disorder toward human faces: A fixation time study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 43(5), 669–678.
- Vogeley, K., Fink, G.R. (2003). Neural correlates of the first-person-perspective. *Trends Cogn. Sci.* 7 (1), 38-42.
- Walker-Smith, G., Gale, A., & Findlay, J. (1977). Eye movement strategies involved in face perception. *Perception*, 6, 313–326.
- Walton, G. E., Bower, N. J. A., & Bower, T. G. R. (1992). Recognition of familiar faces by newborns. *Infant Behaviour and Development*, 15, 265-269.
- Wakabayashi, A., Baron-Cohen, S., Uchiyam, T., Yoshida, Y., Tojo, Y. et al. (2007). The autism spectrum quotient (AQ) children's version in Japan: a cross-cultural comparison. *J. Autism Dev. Disord.*, 37, 491–500.
- Walton, G. E., & Bower, T. G. R. (1993). Newborns form “Prototypes” in less than 1 minute. *Psychological Science*, 4 (3), 203–205.

- Want, S. C., Pascalis, O., Coleman, M., & Blades, M. (2003). Recognising people from the inner or outer parts of their faces: Developmental data concerning 'unfamiliar' faces. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*, 125–135.
- Wang, A. T., Lee, S. S., Sigman, M., & Dapretto, M. (2006). Neural basis of irony comprehension in children with autism: the role of prosody and context. *Brain*, *129*, 932–943.
- Warfvinge K., Hua J., Logdberg B. (1994). Mercury distribution in cortical areas and fiber systems of the neonatal and maternal cerebrum after exposure of pregnant squirrel monkeys to mercury vapor. *Environ Res*, *67*, (2), 196-208.
- Watson, J. (1966). Perception of object orientation in infants. *Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development*, *12*, 73-94.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J. P., Gallese, V., et al. (2003). Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron.*, *40*, 655–664.
- Willemsen-Swinkels, S. H. N., & Buitelaar, J. K. (2002). The autistic spectrum: Subgroups, boundaries, and treatment. *Psychiatric Clinics of North America*, *25*, 811–836.
- Williams, D. (2010). Theory of own mind in autism. Evidence of a specific deficit in self-awareness? *Autism*, *14*, 474–494.

- Williams, D. L., Goldstein, G., & Minshew, N. J. (2005). Impaired memory for faces and social scenes in autism: Clinical implications of memory dysfunction. *Archives of Clinical Neuropsychology, 20*, 1–15.
- Williams, K., Mellis, C., & Peat, J. K. (2005). Incidence and prevalence of autism. *Advances in Speech-Language Pathology, 7*, 31–40.
- Williams, J. H., Waiter, G. D., Gilchrist, A., Perrett, D.I., Murray, A.D., et al. (2006). Neural mechanisms of imitation and ‘mirror neuron’ functioning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia, 44*, 610–621.
- Wilmer, J. B., Germine, L., Chabris, C. F., Chatterjee, G., Williams, M., Loken, E., et al. (2010). Human face recognition ability is specific and highly heritable. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107*, 5238–5241.
- Williams, D. (2010). Theory of own mind in autism. Evidence of a specific deficit in self-awareness? *Autism, 14*, 474–494.
- Williams, G. V., Rolls, E. T., Leonard, C. M., & Stern, C. (1993). Neuronal responses in the ventral striatum of the behaving macaque. *Behavioral Brain Research, 55*, 243–252.
- Wilson, F. A. W., O’Scalaidhe, S. P., & Goldman-Rakic, P. S. (1993). Dissociation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex. *Science, 260*, 1955–1958.

- Wilson, R., Pascalis, O., & Blades, M. (2007). Familiar Face Recognition in Children with Autism; the Differential use of Inner and Outer Face Parts. *J. Autism Dev. Disord.*, 37, 314–320.
- Wing, L. (1993). The definition and prevalence of autism: A review. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 2, 61-74.
- Wing, L., & Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classifications. *Journal of Autism and Childhood*, 9, 11-29.
- Wing, L., & Potter, D. (2002). The epidemiology of autistic spectrum disorders: Is the prevalence rising? *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 8, 151–161.
- Wing, L., Yeates, S. R., Brierley, L. M., & Gould, J. (1976). The prevalence of early childhood autism: A comparison of administrative and epidemiological studies. *Psychological Medicine*, 6, 89-100.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.
- Yoder, P., & Compton, D. (2004). Identifying predictors of treatment response. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 10, 162–168.

- Yovel, G. & Kanwisher, N. (2005). The neural basis of the behavioral face-inversion effect. *Current Biology*, *15*, 2256-2262.
- Yovel, G. & Kanwisher, N. (2004). Face perception: Domain specific, not process specific. *Neuron*, *44*, 889-898.
- Yuan Y., and Atchison W. D. (1999). Comparative effects of methylmercury on parallel-fiber and climbing fiber responses of rat cerebellar slices. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapy*, *288* (3), 1015-1025.
- Zaidel, E., (1975). A technique for presenting lateralized visual input with prolonged exposure. *Vision Res.* *15*, 283–289.
- Zaidel, E. (1979). On measuring hemispheric specialization in man. In B. Rybak (Ed.), *Advanced Technobiology* (pp. 365–404).
- Zamagni, E., Dolcini, C., Gessaroli, E., Santelli, E., & Frassinetti, F. (2011). Scared by you: Modulation of bodily-self by emotional body-postures in autism. *Neuropsychology*, *25*, 270–276.
- Zhu, Q., Song, Y., Hu, S., Li, X., Tian, M., Zhen, Z., et al. (2010). Heritability of the specific cognitive ability of face perception. *Current Biology*, *20*, 137–142.