

Dalla lateralità emisferica ai neuroni specchio: un nuovo paradigma per la nuova ipnosi

From emispheric laterality to mirror neurons: a novel paradigm for the new hypnosis

CARLO ANTONELLI^(*), MARCO LUCHETTI^(**)

() Responsabile Terapia Antalgica, Servizio di Anestesia e Rianimazione, ASL n. 1 Venosa*

*(**) Dirigente Medico, S.C. Anestesia e Rianimazione I, A.O. Ospedale "A. Manzoni", Lecco*

Riassunto. – *Introduzione e scopo:* Con la scoperta dei neuroni specchio si apre una forte evidenza su quanto l'ipnosi clinica moderna ha da tempo acquisito: l'importanza terapeutica della relazione. La relazione terapeutica, mediata dall'osservazione e quindi dal rispetto si pone nella medicina moderna ed in particolare nella terapia del dolore con un'evidenza di valore inconfutabile. Per l'operatore può rappresentare il mezzo per riconciliare le esigenze di efficienza e di tecnologia, con i valori profondi della cura, senza ricorrere a complessi modelli teoretici applicabili solo da pochi scienziati della mente. *Metodo:* Analisi e commento di lavori pubblicati sull'argomento (tratti da Medline, Pubmed, Embase), nonché di testi monografici e confronto fra esperti. *Risultati:* Il sistema specchio sembra unificare nello stesso meccanismo neuronale un'ampia varietà di fenomeni, da comportamenti elementari, come una risposta facilitatoria, a funzioni cognitive alte come l'apprendimento per imitazione, la comprensione dell'azione o la comprensione del linguaggio. Nell'uomo i neuroni specchio possono aiutare a comprendere le basi neuronali dell'empatia, dell'altruismo, dell'apprendimento, dell'intenzionalità e della comunicazione, ponendosi come collegamento fra scienze biologiche e psicologiche, tra filosofia, sociologia, pedagogia e antropologia. *Conclusioni:* La scoperta dei neuroni specchio ci aiuta a comprendere oltre l'aneddotico una possibilità di fare ed essere terapia attraverso la relazione. I paradigmi dello stato speciale di coscienza ratificano in qualche misura l'esistenza dell'ipnosi stessa, il paradigma offertoci dal sistema specchio ci fornisce il pieno diritto a riappropriarci di una forma di medicina antropologicamente più corretta, basata sulla mediazione di istanze umane prima che tecniche, mediazione che non si genera fuori dall'uomo secondo definizioni astratte e generiche ma all'interno dell'uomo nel contesto relazionale con i suoi simili.

Parole chiave: Neuroni specchio; Ipnosi; Relazione terapeutica.

Indirizzo per la richiesta di estratti

Address for reprints

Dott. CARLO ANTONELLI

Responsabile Terapia Antalgica, Servizio di Anestesia e Rianimazione,
ASL n. 1 Venosa, Via Appia - 85029 Venosa (PZ)

Tel. 0972.39111 - 0972.39221

E-mail: antonelli@ipnosiedolore.it

Abstract. – *Introduction and objectives:* The discovery of mirror neurons provides strong evidence in favour of long-recognised acquisitions of modern clinical hypnosis regarding the significance of the therapeutic relationship. Its incontrovertible value, mediated by observation and respect, is central to modern medicine and to pain therapy in particular. For the practitioner, it may represent the means to conciliate the need for efficiency with technology without resorting to complex theoretical models within the purview of a limited number of mind scientists. *Method:* Analysis and commentary of the relevant literature from Medline, PubMed and EmBase databases as well as from monographs and expert opinion. *Results:* The mirror system appears to unite within the same neuronal system a wide array of phenomena ranging from elementary behaviour such as facilitating responses to higher cognitive functions, imitative learning and action and language understanding. In humans, mirror neurons can help us understand the neuronal basis of empathy, altruism, learning, intentionality and communication and bridge the gap between the sciences of biology and psychology, philosophy, sociology, educational theory and anthropology. *Conclusions:* The discovery of mirror neurons furthers our understanding beyond the anecdotal to reach out towards the real possibility of a relational therapeutic mode and practice approach. The paradigms underlying the special status of consciousness somehow justify the existence of hypnosis itself. The mirror neuron system paradigm gives us the right to a fuller reappraisal of a more anthropologically correct form of medicine based on human agents before technical agencies. This is not generated outside human mediation following abstract and general definitions, but from within the relational context which makes us all humans.

Key words: Mirror neurons; Cypnosis; Therapeutic relationship.

“I predict that mirror neurons will do for psychology what DNA did for biology. They will provide a unifying framework and help explain a host of mental abilities that have hitherto remained mysterious”

V.S. Ramachandran

New Scientist, vol. 169 issue 2275, 27/01/2001, p. 22

Introduzione

In una precedente review sull'argomento ⁽¹⁾ abbiamo sottolineato come l'ipnosi sia ormai accettata dalla medicina dell'evidenza come strumento utile in particolare nella gestione e controllo del dolore sia degli adulti che dei bambini.

Come costruito unificante le varie teorie è stata proposta la formula di sintesi:

Ipnosi = Stato / Relazione x corpo.

Recentemente Carnevale ha suggerito che questo schema per dire ciò che dice, deve necessariamente non dire, implicare, omettere molti aspetti ai quali pure allude. In particolare, quando si parla di ipnosi si fa riferimento tanto alle tecni-

Introduction

A previous review on the same topic ⁽¹⁾ pointed out how evidence-based medicine currently accepts hypnosis as a useful adjunct in particular in the management and control of pain, both in adult and paediatric settings. As a unifying construct of the various theories the synthetic formula

Hypnosis = state/relationship x body

has been proposed. Recently, Carnevale has suggested that for this model to express what it means it must necessarily remain unformulated and hint at, or even omit, many of the aspects that it actually refers to. In particular, when we speak of hypnosis, we refer as much to

che e alle procedure attraverso le quali si ottiene la condizione di trance, quanto alla condizione stessa (2).

I differenti punti di vista o “lenti” che emergono dalla semplice lettura della formula, se assolutizzati possono portare a interpretazioni diverse dello stesso fenomeno e della terapia con ricerca di autoconferma attraverso propri paradigmi.

Paradigmi di stato



Ancora oggi molti medici sono portati a vedere l'ipnosi clinica come un'anestesia: poniamo in essere alcune manovre, somministriamo alcuni principi terapeutici ed otteniamo un nuovo stato di coscienza: lo chiamiamo coma per la narcosi e trance per l'ipnosi. I paradigmi neurofisiologici volti a dimostrare l'esistenza di un diverso funzionamento del nostro cervello in trance, se da un lato hanno permesso di evidenziare il fenomeno ipnosi e di obiettarlo, dall'altro hanno lasciato in ombra altri aspetti non facilmente misurabili ma con risvolti pragmatici sul paziente più importanti.

Paradigma della lateralità emisferica

Si basa sull'evidenza di una asimmetria funzionale degli emisferi cerebrali, diversa per la condizione di ipnosi e di veglia e ovviamente di sonno (3-6). In condizioni di trance nei soggetti altamente ipnotizzabili si assiste ad una riduzione relativa dell'attività funzionale emisferica dominante con una prevalenza relativa dell'emisfero non dominante.

L'emisfero non dominante (destra, nel destrimane e in buona parte dei mancini

le tecniche e procedure attraverso le quali la trance condizione è indotta come lo stato ipnotico (2). Le varie prospettive o “prismi” che emergono da una lettura diretta della formula, se fatte in assiomi, possono portare a discordanti interpretazioni del fenomeno stesso e della terapia, cercando conferma attraverso paradigmi auto-referenziali.

Paradigmi of the hypnotic state



Many physicians still tend to view clinical hypnosis as a form of anaesthesia: some manoeuvres are actuated, certain therapeutic principles are applied and we obtain a new state of consciousness called coma for narcosis and trance for hypnosis. From the neurophysiological standpoint, the paradigms which have demonstrated the existence of an altered functioning of our brain during trance and provided objective evidence of the phenomenon of hypnosis have also obscured other aspects less easily measurable but of more practical import from the patient's perspective.

The paradigm of hemispheric laterality

This concept is based on the evidence of a functional asymmetry between the cerebral hemispheres which is different in the condition of hypnosis, in wakefulness and obviously during sleep (3-6). Among subjects in trance who are highly susceptible to hypnosis a relative reduction of the functional activity of the dominant hemisphere is observed while a corresponding prevalence is observed in the non-dominant hemisphere. The

ni) sembra maggiormente specializzato per compiti visuo-spaziali, musicali, geometrici, sintetici spaziali e temporali, con un comportamento analogico-sintetico, quasi non verbale, olistico e presenta evidenti analogie rispetto alla fenomenologia della trance ipnotica. Questo paradigma basato prevalentemente su studi elettroencefalografici riveste anche un ruolo di metafora scientifica della mente conscia e inconscia.

Si evidenzia inoltre una attività EEG-Grafica apparentemente non congrua con il compito richiesto (ad es. matematico o visuo-spaziale), attribuita all'azione inibitoria, in ipnosi, di strutture sottocorticali diencefaliche sull'attivazione corticale compito-specifica.

La condizione ipnotica determina una riduzione dell'attività lenta patologica e dell'attività irritativa intercritica in pazienti epilettici rispetto allo stato di veglia e rispetto al sonno, che in questi pazienti si comporta come un attivatore della soglia epilettogena (7).

In un lavoro sperimentale di ipnoanalgesia è stato osservato che soggetti altamente ipnotizzabili a cui venivano somministrate suggestioni di analgesia durante la trance, a seguito dello stimolo algico non presentavano la risposta motoria tardiva, espressione di una attività di modulazione prevalentemente soprasspinale (8).

Uno studio di imaging in soggetti altamente ipnotizzabili (9), dimostra una attività neuronale quali-quantitativamente diversa in condizioni di veglia e di trance ipnotica. Secondo gli autori questo mostra inoltre che nello stato di ipnosi è richiesto uno sforzo notevolmente superiore per risolvere compiti cognitivi.

non-dominant hemisphere (the right one amid the right-handed and in many of the left-handed), which appears mainly specialised for visual-spatial tasks, music, geometry and space and time cognitive synthesis, also deals with analogical-synthetic, almost non-verbal behaviour with a holistic approach which presents evident analogies with the phenomenology of the hypnotic trance. This paradigm mostly rests on electroencephalographic (EEG) studies and also assumes the role of a scientific metaphor for the conscious and unconscious mind. With hypnosis, EEG activity seemingly at odds with the requested (e.g. mathematical or visuospatial) task is observed and is attributed to the inhibition of task-specific cortical activation within subcortical structures involving both hemispheres. In epileptic patients, the hypnotic condition determines a reduction in the slow pathological activity and of the irritative activity of intercritical events both in sleep and in the wakeful state, which in these subjects acts as an activator of the epileptogenous threshold (7). In an experimental study of hypnoanalgesia, highly hypnotisable subjects were observed not to react with the delayed motor response prevalently demonstrative of supraspinal modulation following a pain stimulus when analgesia suggestions were administered during trance (8). In a study of highly hypnotisable patients (9), imaging revealed quasi-quantitative differences in neuronal activity between the conditions of wakefulness and hypnotic trance. The authors comment that this also shows that, in the hypnotic state, a markedly greater effort is required to carry out cognitive tasks.

Paradigma dell'ipofrontalità transitoria

Questa teoria, sebbene non esclusiva per la condizione d'ipnosi, identifica un nuovo assetto funzionale del sistema nervoso centrale che potrebbe rappresentare il comune denominatore neurofisiologico di diversi stati alterati o speciali di coscienza.

La corteccia prefrontale costituisce più della metà del lobo frontale ed è particolarmente sviluppata nell'uomo. Ha connessioni reciproche con virtualmente tutti i sistemi sensoriali e motori, sia corticali che sottocorticali. È connessa con le strutture mesencefaliche e limbiche. Non ha connessioni dirette con le aree motorie e sensoriali primarie, ma solo con aree associative. In sintesi ha accesso ad una ampia varietà di informazioni interne ed esterne all'organismo ed opera una sintesi allo scopo di regolare numerosi processi mentali e comportamentali.

Dietrich⁽¹⁰⁾ ha sviluppato una ipotesi secondo cui gli stati mentali definiti comunemente come stati alterati di coscienza, fra cui l'ipnosi, sono determinati principalmente da una disregolazione transitoria dell'attività della corteccia prefrontale. L'evidenza appoggia su studi psicologici e neurofisiologici del sogno, della meditazione, dell'ipnosi e delle varie condizioni di trance naturalistica quotidiana nonché di alcuni stati indotti da farmaci. È proposto che la riduzione transitoria dell'attività corticale prefrontale sia la caratteristica che unifica tutti gli stati alterati (o speciali) di coscienza e che l'unicità fenomenologica di ogni singolo stato sia il risultato dell'autosufficienza differenziale di vari circuiti frontali. Usando un approccio evolutivo, la coscienza è concettualizza-

The transient hypofrontality paradigm

This theory, which is not restricted to the hypnotic condition, recognises a novel functional architecture of the central nervous system which could represent the common neurophysiological denominator of the various altered or special states of consciousness.

The prefrontal cortex occupies more than the half of the frontal lobe and is particularly developed in humans. It is reciprocally connected with virtually all sensory and motor systems at cortical as well as subcortical levels. It is linked to the mesencephalic and limbic systems. It is not directly connected to the primary sensory and motor zones but only to the associative areas. Briefly, it accesses a broad variety of organic stimuli from within and without in order to achieve a regulatory synthesis of numerous mental and behavioural processes.

Dietrich⁽¹⁰⁾ has developed a hypothesis whereby the mental states that are commonly defined as altered states of consciousness, hypnosis among them, are principally determined by a transient dysregulation of the prefrontal cortex activity. The evidence adduced rests on psychological and neurophysiological studies of dreaming, meditation, hypnosis and various trance-like conditions experienced in everyday life or induced by drugs. The postulate is that a transient reduction in the activity of the prefrontal cortex is the characteristic shared by all altered (or special) states of consciousness and that the phenomenological uniqueness of any single such state is the result of the differential self-sufficiency of the various frontal circuits. Within an evolutionary perspective, consciousness is conceptualised as a cognitive

ta come funzione conoscitiva e gerarchicamente ordinata. Strutture di alto ordine compiono funzioni integrative in modo progressivamente crescente e così offrono un contenuto più sofisticato.

Tale gerarchia funzionale circoscrive gli stati più sofisticati di coscienza nelle strutture di alto ordine. In ipnosi si assisterebbe ad una specie di diaschisi (una alterazione cerebrale funzionale che può produrre cambiamenti in aree cerebrali distanti da quella di partenza) con emergenza funzionale delle strutture gerarchicamente inferiori.

I neuroni specchio

$$I = S / \mathbf{R} \times c$$

I primi studi a supporto dell'esistenza di un sistema specchio nell'uomo possono essere considerati quelli di Gastaut H. e Bert nella prima metà degli anni '50 che analizzavano le modificazioni elettroencefalografiche durante una presentazione cinematografica ⁽¹¹⁾. Tali risultati sono stati confermati verso la fine degli anni '90 da Cochin e coll., attraverso lo studio della percezione del movimento mediante analisi spettrale dell'EEG ⁽¹²⁾.

Le ricerche neurofisiologiche che hanno portato alla identificazione dei neuroni specchio iniziano però negli anni '90, con una osservazione quasi casuale sui macachi fatta dai ricercatori dell'Università di Parma diretti dal prof. Giacomo Rizzolatti. Registrando l'attività di singoli neuroni nella corteccia premotoria del macaco, osservano come molte cellule di quest'area si attivavano non solo quando l'animale esegue una determinata azione ma anche quando vede

function with a hierarchical organisation. Structures of a higher order carry out increasingly integrative functions progressively and are thus able to provide more complex contents.

Such a functional hierarchy circumscribes the more sophisticated states of consciousness to higher-order structures. Hypnosis would thus realise a sort of diaschisis (a functional alteration of the brain in which changes are induced in cerebral areas which are remote from the original site) with the emergence of functions belonging to hierarchically inferior structures.

Mirror neurons

$$I = S / \mathbf{R} \times c$$

The earliest studies in support of the existence of a mirror system in humans can be considered those of H Gastaut and Bert in the first half of the 1950s which analysed electroencephalographic changes occurring during the projection of a film ⁽¹¹⁾. Their results were confirmed towards the end of the 1990s by Cochin et al. who studied the perception of motion through the spectral analysis of electroencephalograms ⁽¹²⁾. However, the neurophysiological research which led to the identification of mirror neurons was carried out in the early Nineties, following an almost serendipitous observation of macaques by a University of Parma team under Prof Giacomo Rizzolatti. While recording the activity of individual neurons in the premotor macaque cortex, the researchers observed that many cells of this area fired not only when the animal performed a determined action but also when the an-

lo sperimentatore (o un'altra scimmia) compierla ^(13, 14).

Inizialmente si ipotizza un artefatto motorio: in qualche modo la scimmia compie l'azione osservata per imitazione, ma esperimenti successivi dimostrano che la scimmia resta perfettamente immobile, inoltre gli etologi confermano che i macachi non sanno imitare. Successivamente si ipotizza che la scimmia possa prepararsi al movimento senza compierlo, ma in questo caso i neuroni implicati avrebbero dovuto attivarsi anche quando la scimmia si prepara a compiere altri movimenti senza osservarli, ad esempio si prepara per avvicinarsi al cibo che le viene offerto.

All'inizio del 2000 le ricerche sui neuroni specchio iniziano ad essere pubblicate trasversalmente su numerose riviste scientifiche. Prima di questa scoperta alle aree motorie della corteccia cerebrale veniva assegnato un ruolo essenzialmente esecutivo, quello di tradurre in movimenti le informazioni che il cervello elaborava, integrando gli stimoli sensoriali e le rappresentazioni mentali. La scoperta dei neuroni specchio nella scimmia ha stimolato la ricerca di un meccanismo analogo nell'uomo ⁽¹⁵⁾. Percezione, azione e cognizione non possono più essere concepite come funzioni separate ⁽¹⁶⁾. Sono stati così identificati anche nel cervello umano questi neuroni, dotati di una gamma di funzioni ancora più ricca e diversificata ⁽¹⁷⁾.

Nella nostra specie il sistema dei neuroni specchio, oltre alla comprensione delle azioni e delle intenzioni degli altri, è anche alla base della capacità di replicare intenzionalmente le azioni osservate o di impararne di nuove. Si tratta di una conoscenza sensoriale e motoria, di-

imale osservata da un'altra scimmia o dall'esperimentatore che compie la stessa azione ^(13, 14).

Inizialmente, un artefatto motorio era supposto: in qualche modo la scimmia compie l'azione osservata per imitazione. Tuttavia, esperimenti successivi dimostrano che la scimmia resta perfettamente immobile. Inoltre, gli etologi confermano che i macachi non sanno imitare. Successivamente si ipotizza che la scimmia possa prepararsi al movimento senza compierlo, ma in questo caso i neuroni implicati avrebbero dovuto attivarsi anche quando la scimmia si prepara a compiere altri movimenti senza osservarli, ad esempio si prepara per avvicinarsi al cibo che le viene offerto.

Con il nuovo secolo, la letteratura sui neuroni specchio ha iniziato ad apparire in un'ampia gamma di pubblicazioni scientifiche con crescente frequenza. Prima della loro scoperta, le aree motorie della corteccia cerebrale venivano assegnate un ruolo essenzialmente esecutivo, quello di tradurre in movimenti le informazioni che il cervello elaborava, integrando gli stimoli sensoriali e le rappresentazioni mentali. La scoperta dei neuroni specchio nella scimmia ha stimolato la ricerca di un meccanismo analogo nell'uomo ⁽¹⁵⁾. Percezione, azione e cognizione non possono più essere concepite come funzioni separate ⁽¹⁶⁾. Sono stati così identificati anche nel cervello umano questi neuroni, dotati di una gamma di funzioni ancora più ricca e diversificata ⁽¹⁷⁾.

Nella nostra specie il sistema dei neuroni specchio, oltre alla comprensione delle azioni e delle intenzioni degli altri, è anche alla base della capacità di replicare intenzionalmente le azioni osservate o di impararne di nuove. Si tratta di una conoscenza sensoriale e motoria, di-

versa da quella concettuale e linguistica e tuttavia non meno importante, in quanto su di essa poggiano molte delle nostre capacità cognitive.

Nell'animale i neuroni specchio potrebbero permettere di capire cosa fanno gli altri individui senza un complesso processo cognitivo, ma semplicemente attraverso l'incontro tra azione osservata e azione codificata. Quando si attivano passivamente segnalano all'organismo la stessa azione di quando la compiono permettendo così all'osservatore di ottenere una esperienza analoga a quella dell'attore dell'azione.

Nell'uomo possono aiutare a comprendere le basi neuronali dell'empatia, dell'altruismo, dell'apprendimento, della comprensione dell'intenzionalità, della comunicazione e dello sviluppo del linguaggio, ponendosi come collegamento fra scienze biologiche e psicologiche, tra filosofia, sociologia, pedagogia e antropologia.

Proprietà dei neuroni specchio

Il sistema specchio umano è molto più complesso rispetto al modello animale ed è maggiormente esteso⁽¹⁷⁾. Codifica atti motori transitivi e intransitivi, codifica la sequenza dei movimenti che compongono l'atto, si attiva anche quando l'azione è mimata e coinvolge molteplici regioni cerebrali, incluse le aree del linguaggio (fig. 1). Sembra intervenire, oltre che nella comprensione delle azioni e delle emozioni altrui, anche nella capacità di apprendimento per imitazione. L'apprendimento comporta l'osservazione, la codifica dei gesti con il sistema specchio e poi una complessa rielaborazione, ancora sconosciuta, da parte del lobo frontale.

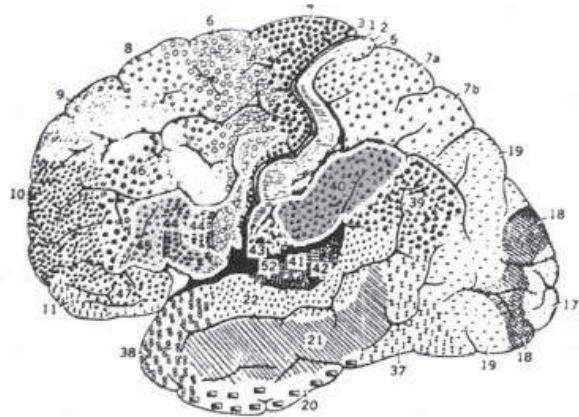


Fig. 1. – Approssimativa localizzazione comparativa sull'emisfero umano sinistro delle aree formanti il sistema di neuroni specchio nell'uomo. Studi di imaging nell'uomo hanno mostrato che il sistema specchio è formato da una serie di circuiti parietali-premotori paralleli che mostrano una organizzazione di tipo somatotopico (Buccino, Binkofski ed al. 2001). / Approximate comparative locations of the areas forming the human mirror neuron system on the left hemisphere. Imaging studies have shown that the mirror neuron system is formed by a series of parallel parietal-premotor circuits which assume a somatotopic-like organisation. (Buccino, Binkofski et al. 2001).

intentionally observed actions or to learn new ones. This is a sensory and motor skill which differs from conceptual and linguistic abilities without being in any way inferior to it, inasmuch as many of our cognitive capacities are dependent on it.

In animals, mirror neurons could help interpret the actions of other individuals without engaging a complex cognitive process, simply by the interaction of observed and codified action. With passive activation, they signal to the organism an action similar to a self-performed action thus allowing the observer to obtain an experience analogous to that of the actual performer of the action.

In humans, mirror neurons can help understand the neuronal basis of empa-

Dal punto di vista citoarchitettonico l'area prefrontale F5 della scimmia sembra essere l'analogo umano dell'area 44 di Brodman. La parte dorso-caudale di quest'ultima appartiene all'area di Broca, una regione tradizionalmente implicata nel processamento del linguaggio⁽¹⁸⁾. Le connessioni parieto-frontali sono altamente specifiche: ciascuna area motoria frontale è il bersaglio di differenti terminazioni di aree parietali e riceve tipicamente maggiori afferenze da una sola. Viceversa ciascuna area parietale tende a inviare proiezioni massive a una singola area motoria.

La trasformazione senso-motoria è il risultato di una stretta collaborazione tra le aree parietali e motorie legate da forti connessioni reciproche⁽¹⁹⁾. Ogni circuito è deputato ad uno specifico aspetto della trasformazione sensomotoria attraverso la quale le caratteristiche di uno stimolo sensoriale vengono trasformate nel loro correlato descrittivo motorio.

Essendo stata evidenziata una attività neuronale associata all'azione motoria in molte aree della corteccia parietale posteriore, questa dovrebbe essere considerata una parte del sistema motorio e di conseguenza l'intera unità che costituisce il circuito parieto-frontale dovrebbe essere considerata come una unità funzionale del sistema motorio corticale⁽²⁰⁾.

Tecniche di analisi neurofisiologica, fino a livello cellulare, hanno permesso di scoprire e studiare l'attività di questi neuroni negli animali. Metodi di visualizzazione dell'attività cerebrale rendono possibili analoghe indagini nell'uomo. Si è osservato che questi gruppi di cellule si attivano con una distribuzione somatotopica quando le scimmie com-

thy, altruism, learning, intentionality and its comprehension, communication and language development, thus bridging the gap between biological and psychological sciences and providing a link between philosophy, sociology, educational science and anthropology.

Characteristics of mirror neurons

The human mirror neuron system is far more complex and extensive than its animal counterpart model⁽¹⁷⁾. It codifies transitive and intransitive motions, the sequence that makes up the motor action and it is also activated when the action is mimed and involves multiple cerebral regions, including those concerned with language (fig. 1). It seems also to mediate the comprehension of the actions and emotions of others as well as intervene in the ability to learn by imitation. Learning involves observation, the coding of gestures by the mirror neuron system followed by a complex reworking process, still unknown, which involves the frontal lobe.

From the standpoint of cyto-architecture, the F5 prefrontal area of monkeys appears analogous to Brodman's area 44 in humans. The dorso-caudal part of the latter belongs to Broca's area, a region traditionally associated with language processing⁽¹⁸⁾. The parieto-frontal connections are highly specific: each frontal motor area is the target of different parietal area terminations and typically receives afferent fibres mainly from a single source. Reciprocally, each parietal area tends to efferently project towards a single motor area in a massive way. The senso-motor transformation is the result of close co-operation between parietal and motor areas linked by strong

piono un'azione, ad esempio afferrare un oggetto e in maniera simile quando l'animale vede un altro individuo fare lo stesso gesto ⁽²¹⁾. Anche se c'è una induzione all'azione non segue movimento, in quanto esiste un sistema di inibizione motoria che lo impedisce. L'azione però può comparire in alcune patologie con un comportamento d'imitazione involontario. Baldissera ed al. ⁽²²⁾ hanno studiato l'eccitabilità del midollo spinale nell'uomo, durante l'osservazione di una azione, attraverso l'intensità del riflesso spinale H registrato dai muscoli flessori rilassati delle dita. Esso rapidamente aumenta durante l'osservazione dell'estensione delle dita (apertura mano) e si riduce durante l'osservazione della flessione delle dita (chiusura mano).

Mentre la modulazione dell'eccitabilità corticale varia in sintonia con il movimento osservato, l'eccitabilità del midollo spinale varia in direzione opposta. L'assenza di ripetizione del movimento osservato potrebbe dipendere in parte da questo meccanismo inibitorio spinale.

Gallese, Rizzolati ed al. hanno proposto una teoria neurofisiologica unificante ⁽²³⁾ sulla capacità di comprensione delle emozioni e delle azioni altrui. Questa abilità presente nella nostra specie e in misura diversa in altri primati, assolverebbe ad una funzione critica per la sopravvivenza dell'individuo e il suo successo in situazioni sociali complesse. Il meccanismo fondamentale che consente di afferrare l'esperienza mentale dell'altro, non è un ragionamento concettuale mediato da una riflessione esplicita, ma una simulazione interna che riproduce attraverso il sistema specchio gli eventi osservati, in altre parole la

reciprocal connections ⁽¹⁹⁾. Each circuit is dedicated to one specific aspect of the senso-motor transformation through which the characteristics of a sensory stimulus are transformed into their motor descriptive correlate. With evidence of neuron activity associated with motor action in many areas of the posterior parietal cortex, this ought to be considered a full part of the motor system and consequently the whole unit which constitutes the parieto-frontal circuit also ought to be viewed as a single functional unit belonging to the cortical motor system ⁽²⁰⁾.

Techniques of neurophysiological analysis reaching down to the cellular level have enabled the discovery and study of these neurons in animal models. Imaging methods have allowed an analogous level of analysis to be carried out in humans. It has been noted that these clusters of cells are activated towards a somatotopic distribution when monkeys carry out an action such as grasping an object and in a likewise manner when the animal sees another individual perform the same gesture ⁽²¹⁾, even if the induction of the action is not followed by actual motion when a motor inhibition prevents actuation. The action, however, can occur in some pathologies which involve involuntary imitation behaviour. Baldissera and colleagues ⁽²²⁾ studied the excitability of the spinal medulla in humans during the observation of an action using the intensity of the H spinal reflex recorded by the relaxed digital flexor muscles. The reflex increases during the extension (hand opening) of the hand and is reduced during the observation of the flexing of the fingers (hand closure). While the modulation of cor-

capacità cerebrale di unire direttamente l'esperienza di questi fenomeni in prima e terza persona.

L'attività dei neuroni specchio è correlata con la comprensione del significato dell'azione. Una azione parzialmente vista o solo udita, può attivare i neuroni specchio, attraverso l'innescamento di una rappresentazione motoria delle stesse azioni all'interno del cervello dell'osservatore o ascoltatore.

Una semplice azione, come quella di prendere del cibo da un tavolo e portarlo alla bocca per mangiarlo, è una catena di atti semplici, ognuno comandato da un neurone motorio nella corteccia del lobo parietale. Nei macachi studiati, la catena di atti cambia, anche se poco dal primo gesto se l'intenzione dell'azione varia: il neurone motorio che per primo si accende è diverso se la scimmia afferra il cibo per mangiarlo o se lo afferra per posarlo in un contenitore e diversa è la catena dei neuroni specchio che si attivano nell'osservatore di tali gesti. Il sistema specchio sembra possedere la capacità di attribuire intenzioni anche prima che il gesto altrui sia messo completamente in atto.

Come confermato in altri lavori anche l'ascolto di suoni correlati ad azioni eseguite con le mani o con la bocca (sgusciare una arachide) è in grado di attivare un gruppo di neuroni specchio audiovisivi che codificano l'azione indipendentemente dal fatto che sia eseguita, vista o udita⁽²⁴⁾.

Evidenze nell'uomo

Nell'uomo il sistema di neuroni specchio risuona per una più ampia varietà di azioni ed inoltre le evidenze sperimentali dimostrano che il sistema motorio

tical excitability varies in tune with the observed motion, the excitation potential in the spinal cord varies in the opposite direction. The failure to repeat the observed movement could partly depend on this inhibitory spinal mechanism. Gallesse, Rizzolatti and their co-workers have proposed a unifying theory based on neurophysiology⁽²³⁾ to account for the ability to comprehend the acts and emotions of other individuals. This skill, which is present in our species and in an unequal measure among other primates, would discharge a critical function for individual survival and achieving success in complex social situations. The basic mechanism which allows us to grasp another person's mental experience is not a concept-dependent process mediated by an explicit instance of reflecting but, rather, represents an inward simulation which allows the reproduction of observed events via the mirror neuron system. Put differently, this represents the brain's ability to directly couple the experience of phenomena in the first and the third person.

Mirror neuron activity is correlated to the understanding of the meaning of the action. Thus, a partially seen act or one merely audibly perceived can activate mirror neurons by implanting a motor visualisation of the same actions within the observer's or the hearer's brain.

The mere act of taking food from a table and bringing it towards the mouth to feed is a chain of simple actions, each of which controlled by a motor neuron in the cortex of the parietal lobe. In the study macaques, the concatenation of events differs, though less so if the intentionality of the action varies: the first motor neuron to be fired was a different

umano codifica sia l'azione osservata finalizzata a un obiettivo, sia la modalità con la quale l'azione osservata è compiuta (25).

In uno studio sull'uomo con fMRI (26) sono stati sottoposti ai soggetti tre tipi di stimolo, attraverso l'osservazione di diverse azioni (fig. 2):

- Una mano che afferra un oggetto senza nessun contesto (senza nessuna scena di accompagnamento);
- Solo un contesto (tavolo apparecchiato);
- Una mano che afferra la tazza in due contesti diversi che suggeriscono le finalità dell'azione: bere o pulire la tazza.

one if the monkey grabbed in order to eat it or to put it in a container. The chain of mirror neurons which was activated in the observer was entirely different, too, depending on the action witnessed.

Other studies have confirmed that even sounds associated with certain actions involving the hand or mouth, such as the shelling of a peanut, were sufficient to activate a chain of audiovisual mirror neurons that codified actions, irrespective of whether actually carried out, observed or heard (24).

Human studies

The human mirror neuron system echoes a much wider variety of actions

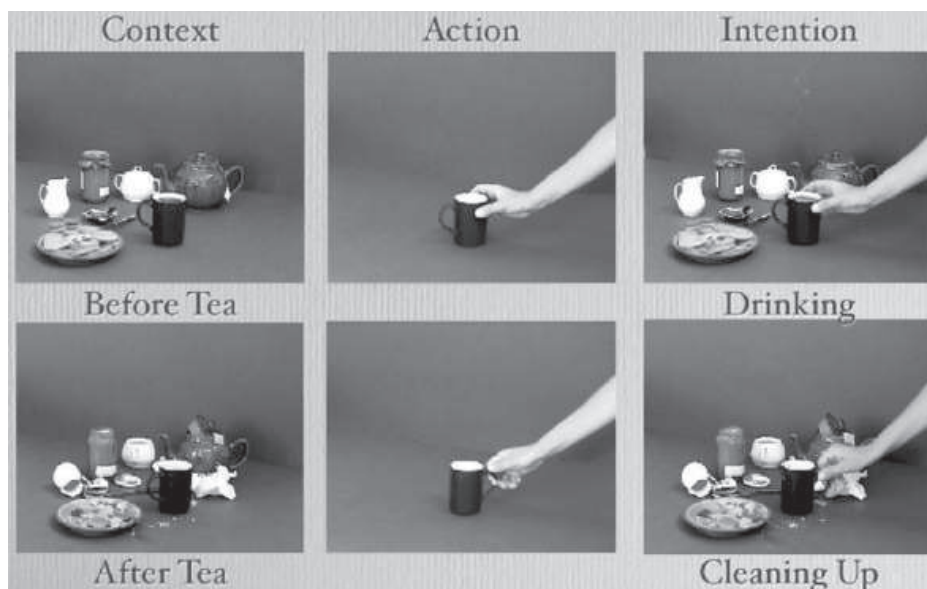


Fig. 2. – L'immagine è organizzata in tre colonne, ciascuna delle quali corrisponde ad una condizione sperimentale. I soggetti che osservano “afferro la tazza per bere”, piuttosto che “afferro la tazza per sparecchiare” mostrano una diversa attivazione del sistema di neuroni specchio. Tale attivazione è maggiore in risposta a scene di azione con chiara intenzione, quindi in presenza di contesto esplicativo. In rapporto all'intenzione, l'azione di bere (funzione biologica di base) mostra una attivazione del sistema specchio più intensa rispetto a quella dello sparecchiare. [Riprodotta da (24)].

/ The figure is divided into three columns, each of which corresponds to an experimental condition. Subjects who observe the “I pick up the teacup to drink” clue rather than the “I pick up the cup to clear the table” show a different activation pattern of the mirror neuron system. This activation is stronger in response to action scenes displaying a clear intent in the presence of a reference context. As regards aim, the action of drinking (a basic physiological function) shows a stronger activation of the mirror neuron system than the action of clearing up. [Reproduced with permission from reference (24)].

I soggetti osservavano in sequenza i tre fotogrammi: contesto, azione, intenzione, intervallati da uno schermo bianco. Si assiste ad un notevole incremento di segnale, indice dell'attività neurale durante l'osservazione dell'esecuzione dell'azione con il movimento delle dita (sistema dei neuroni specchio). L'osservazione delle immagini di contesto porta all'attivazione più uniforme delle stesse aree corticali con eccezione delle regioni del solco temporale superiore e del lobo parietale inferiore. I risultati sono stati rielaborati con tecniche di sottrazione di immagine e successivamente sono stati eseguiti test complementari con formulazione di ipotesi che spiegano i risultati ottenuti.

Questi studi mostrerebbero che l'intenzione sottostante l'azione di altre persone può essere riconosciuta dal sistema motorio usando un meccanismo a specchio, attraverso l'accoppiamento dell'azione osservata con la controparte motoria codificata negli stessi neuroni, sempre che l'azione osservata appartenga al repertorio motorio dell'osservatore (per esempio l'azione che l'osservatore stesso può eseguire). La codifica dell'intenzione associata all'azione di altri dipende sia dall'attivazione di una catena neurale basata su neuroni specchio che codificano l'atto motorio osservato, sia da neuroni specchio logicamente correlati che codificano per gli atti motori che più facilmente seguono l'osservazione in un dato contesto.

L'azione osservata o il suono prodotto dalla stessa non sono le uniche condizioni in grado di avviare l'attivazione del sistema specchio nell'uomo, ma anche l'ascolto di frasi correlate ad azioni.

Uno studio con fMRI (27), dimostra

and, moreover, experimental evidence has shown that it codifies both the observed action together with its particular aim and the modality of carrying it out (25).

Human subjects of a functional magnetic resonance imaging study (fMRI) (26) were exposed to three different types of stimuli through the observation of various actions (fig 2):

- A hand gets hold of an object in the absence of clues, i.e. without an accompanying reference framework;

- A table set for tea provides only a contextual clue;

- A hand holding a teacup in 2 different settings, suggesting the aim of the action: drinking tea or clearing up the table.

The study subjects were shown three photographs (the setting, the action and the intention) with intercalary blank screens. Of note was an increase in signalling, indicating neuronal activity (the mirror neuron system) during the observation of the action: the movement of the fingers. The observation of the setting images lead to a more uniform pattern of activation of the same cortical areas, with the exception of the superior temporal sulcus and of the inferior parietal lobe regions. The results of the study were further investigated using image subtraction techniques and complementary tests were later carried out to formulate hypotheses accounting for the observed outcomes.

These studies tend to demonstrate that the intentions underlying the actions of other people can be recognised by the motor system using a mirror neuron mechanism which couples the observation of an action with its codified motor

una attivazione del sistema fronto-parieto-temporale lateralizzata a sinistra durante l'ascolto di frasi contenenti azioni motorie, così come durante l'esecuzione dell'azione o la sua osservazione. L'ascolto di frasi descrittive azioni con le mani (afferro il coltello), con la bocca (mordo la mela), con i piedi (calcio il pallone), comparate con frasi astratte dalla sintassi simile (apprezzo la sincerità), mostra che l'ascolto di frasi correlate ad una azione attiva una rete neurale fronto-temporo-parietale sinistra inclusa la parte opercolare del giro frontale inferiore (area di Broca), cioè quei settori della corteccia premotoria dove le azioni descritte sono codificate dal punto di vista motorio (rappresentazione motoria), così come il lobulo parietale inferiore, il solco intraparietale e la parte mediale del giro temporale posteriore.

L'area di Broca evidenzia un ruolo cruciale in quanto è la sola regione cerebrale attivata indipendentemente dalla parte del corpo interessata dall'azione. Essa sembra codificare per l'azione ad un livello astratto che risulta importante per l'accesso a rappresentazioni di azioni astratte. Il fatto che il sistema specchio può localizzarsi anche nell'area di Broca apre la possibilità che esso media la comprensione di azioni non solo durante l'osservazione ma anche durante i compiti linguistici.

Questo studio fornisce la prima evidenza diretta che l'ascolto di frasi che descrivono azioni impegna i circuiti visuo-motori che sottostanno all'azione e all'esecuzione. La comprensione delle frasi dipenderebbe quindi dalle strutture motorie implicate nell'esecuzione di azioni molto simili.

È importante evidenziare che l'im-

counterpart in the same neurons. For this to occur, it is necessary that the observation be within the observer's motor repertoire, e.g., one action that the observer is capable of carrying out herself. The codification of the intention associated with the actions of others is thus dependent both on the activation of a neural chain of mirror neurons coding for the motor action and on logically correlated mirror neurons being activated to code for the motor acts more relevant in a given observed context.

The act observed, or the sounds it produces, are not the only conditions required for the activation of the mirror neuron system in humans, as the hearing of sentences linked to actions induces similar responses.

In another fMRI study ⁽²⁷⁾, the laevo-lateral activation of the fronto-parieto-temporal system was demonstrated during while subjects listened to sentences containing motor action clues and likewise during the execution of the action or its observation. Comparisons between listening to sentences describing hand ("I pick up a knife"), mouth ("I bite into the apple") or foot ("I kick the ball") motions, and listening to abstract sentences with a similar syntax ("I appreciate your sincerity") demonstrate a correlation between exposure to actively clued sentences and the activation of a laevo-lateral, fronto-parieto-temporal network involving the *pars opercularis gyri frontalis inferioris* (Broca's motor speech area). These regions, the inferior parietal lobule, the intraparietal sulcus and the median part of the posterior temporal gyrus, are the premotor cortical areas where the actions described are coded from a motor perspective (motor

maginazione motoria volontaria è caratterizzata dall'attivazione delle aree motorie primaria, premotoria, motoria mesiale (28). Le strutture sottocorticali come i gangli della base e il cervelletto sono state trovate attivarsi in seguito a compiti di immaginazione volontaria. Nello studio fMRI sopra riportato, la mancata attivazione della corteccia motoria primaria, motoria mesiale e delle aree sottocorticali, insieme all'assenza di una richiesta a sviluppare una immaginazione motoria, permette di escludere la possibilità che i risultati ottenuti siano ascrivibili anche in parte ad una immaginazione motoria volontaria (29).

Uno studio con stimolazione magnetica transcranica e indagini complementari comportamentali (30), evidenzia chiaramente la presenza di una modulazione dell'attività del sistema motorio durante l'ascolto di frasi contenenti azioni eseguite con piedi e gambe o con mani e braccia.

L'elaborazione di una azione presentata verbalmente attiva differenti settori del sistema nervoso motorio subordinati all'effettore usato nell'azione ascoltata.

L'ascolto di una azione eseguita con le mani (cuciva la gonna, girava la chiave, lavava i vetri, ...) porta a una riduzione dell'ampiezza dei potenziali motori evocati registrati a livello della muscolatura delle mani.

Similmente, l'ascolto di una frase con azione correlata ai piedi (marciava sul posto, calciava la palla, pestava l'erba, ...) porta a una riduzione dell'ampiezza dei potenziali evocati della muscolatura dei piedi.

L'ascolto di frasi a contenuto astratto (amava la moglie, amava la patria, gradiva la mela) porta a risultati simili a

representation). Broca's area plays a crucial role as the only cerebral region which can be activated independently of the part of body involved in the act. It seems to code for motion at a level of abstraction relevant for access to the representations of abstract acts. The fact that the mirror neuron system can be localised also in Broca's area opens the possibility that the system mediates the understanding of actions not only during observation but also during language tasks.

This was the first study to provide direct evidence that listening to sentences describing actions requires the commitment of visual-motor circuits underlying the act and its performance. The understanding of such sentences would thus be dependent on motor structures involved in the performance of very similar actions.

It is relevant to point out that voluntary motor image-forming is characterised by the activation of the primary motor, premotor and mesial motor areas (28). Subcortical structures such as the basal ganglia and the cerebellum have been found activated following voluntary image visualisation tasks. In the above-mentioned fMRI study, the activation failure of the primary motor cortex, of the mesial motor and subcortical areas, together with the absence of a request to visualise motor images, allows the exclusion of the possibility that the obtained outcomes be also partly ascribed to voluntary motor imagining (29).

A study combining transcranial magnetic stimulation and additional behavioural investigations (30) clearly demonstrates the modulation of the ac-

quelli ottenuti dall'ascolto di azioni riguardanti un effettore diverso da quello rappresentato nell'area stimolata.

Il processamento del linguaggio, almeno per quanto riguarda le espressioni concrete a contenuto motorio, modula l'attività del sistema motorio e questa modulazione interessa specificamente quei settori dove l'effettore impegnato nell'elaborazione della frase è rappresentato dal punto di vista motorio.

Come negli studi con fMRI durante la lettura di testo riguardante azioni eseguite con il viso, le mani o i piedi, si evidenzia l'attivazione di diversi settori nelle aree premotorie dipendenti dal significato assegnato all'azione trovata nel testo letto.

Questi studi confermano che il sistema di neuroni specchio non è implicato solo nella comprensione dell'azione presentata visivamente, ma anche nella codificazione di una presentazione acustica, di frasi correlate ad una azione.

Imitazione e simulazione

Secondo alcune ricerche ⁽³¹⁾ il circuito fondamentale dell'imitazione è costituito dalle aree del solco temporale superiore e dal sistema di neuroni specchio (giro frontale infero-posteriore, adiacente corteccia premotoria ventrale e parte rostrale del lobo parietale inferiore). L'apprendimento per imitazione avverrebbe attraverso connessioni di questo circuito nucleare con la corteccia prefrontale dorsolaterale e forse altre aree premotorie. L'imitazione come forma di rispecchiamento sociale avverrebbe attraverso connessioni di questo circuito nucleare con il sistema limbico.

La simulazione viene definita come la capacità cerebrale, basata sulle peculia-

tivazione or the motor system during exposure to sentences including actions suggesting foot and leg or hand and arm involvement.

The elaboration of a verbally presented action activated different sections of the motor nervous system as subordinate to the effector relevant for the action described. Thus, listening to described actions performed manually (sewing a skirt, turning a key, washing windows, etc) reduced the range of the motor evoked potentials as recorded in the musculature of the hands.

Similarly, listening to a sentence correlated to the use of the foot (pacing, kicking a ball, treading on grass, ...) lead to reduced evoked potentials of foot muscles.

On the contrary, listening to sentences with an abstract content, such as "he loved his wife", "she loved her country", "he enjoyed the apple", resulted in outcomes similar to those obtained by listening to actions connected with an effector that was different from that represented in the stimulated area.

Speech processing, at least as far as concrete expressions with a motor clue are concerned, modulates the activation to the motor system and this modulation specifically commits those areas where the effector involved in the elaboration of the sentence is represented for motor purposes.

Similarly to functional MRI studies during the reading of texts dealing with actions involving the face, hands or feet, there is evidence that the activation concerns different sectors of the premotor areas, in strict dependence to the meaning given to the action found in the read text.

rità del sistema dei neuroni specchio, di unire direttamente l'esperienza personale e quella osservata (prima e terza persona).

Quando all'attivazione di centri motori o visceromotori corticali segue l'attivazione di centri a valle, si ha lo sviluppo di uno specifico comportamento che può essere una azione o uno stato emotivo. Solo quando i centri corticali sono attivi ma disaccoppiati dai loro effetti periferici, l'azione o l'emozione osservata viene detta simulata e può essere compresa⁽³²⁾. Azioni senza carica emotiva possono anche essere comprese senza elicitare la loro corrispettiva rappresentazione motoria, così come possono essere riconosciute le emozioni.

Il riconoscimento dell'emozione altrui è fondamentalmente diverso da quello basato sulla simulazione interna, perché non genera una conoscenza esperienziale.

Il senso di questa simulazione positiva è sicuramente più vicino al significato latino di simulare: *come se, insieme, simile*, e in un certo senso *imitare, rappresentare, darsi l'aspetto*. Può essere considerato un processo finalizzato alla conoscenza, attraverso la capacità di essere simili all'altro per ottenere una migliore comprensione di una situazione o di uno stato di cose. Risulta evidente il nesso con l'empatia.

Neuroni specchio ed empatia

L'empatia è il processo con cui rappresentiamo il comportamento degli altri dentro noi stessi, è uno strumento di comprensione del vissuto estraneo, teoricamente anche a fini machiavellici di difesa. Il concetto di empatia implica l'integrazione di diversi aspetti, quali percezioni, esperienze, emozioni, comu-

These studies confirm that the mirror neuron system is not only involved in the comprehension of the visually clued action, but also in the codification of an auditory presentation, of sentences correlated to an action.

Imitation and simulation

According to some researchers⁽³¹⁾, the components of the basic circuitry of imitation are the areas of the superior temporal sulcus and of the mirror neuron system (the inferoposterior frontal gyrus, the ventral part of the adjacent premotor cortex and the rostral part of the inferior parietal lobe). Imitation learning appears to derive from connections between this nuclear circuit and the dorsolateral prefrontal cortex and perhaps other premotor areas. Imitation, as a form of social mirror reflection would seem to proceed from the connections of this nuclear circuit with the limbic system.

Simulation is defined as the cerebral ability to link personal experience directly with observation in the first or third person on the basis of peculiar characteristics of the mirror neuron system. When the activation of the cortical motor or visceromotor centres is followed by the activation of other centres downstream a specific behaviour develops which can be either an action or an emotional state. It is only when the cortical centres are activated but uncoupled with their peripheral effects that the observed action or emotion can be said to be comprised among simulations⁽³²⁾. Actions devoid of emotive charge can also be included without the realisation of their corresponding motor representations and those mechanisms are also involved in emotion recognition. The acknowledge-

nicazione non verbale e linguaggio, relazioni, visione del mondo, storia ed è quindi molto più ampio del semplice concetto di simpatia che implica la capacità, come modo di vivere, di gioire e soffrire insieme.

Secondo la definizione iniziale di Edith Stein, designa un genere di atti, nei quali si coglie l'esperienza vissuta altrui. L'em-patia (*Ein-Fühlung*) indica un atto conoscitivo – oppure la somma di atti percettivi, che è rivolto alla percezione soggettiva dell'altro, alla sua esperienza interiore e perciò anche alla sua stessa personalità. “Sentire (*fühlen*), e in particolare *em-patizzare* (*ein-fühlen*), è un altro particolare penetrare nel mondo che la persona si rappresenta come tale.

Principali componenti e sinonimi di empatia sono: condividere, partecipare, comprendere, immedesimarsi, identificarsi, entrare in contatto, comunicare. È evidente che la vera comunicazione esiste solo quando c'è volontà da parte del soggetto di scambiare qualcosa ovvero mettere in comune qualcosa.

Secondo Rossi e Rossi⁽³³⁾ le basi neurologiche dell'empatia trovano riscontro proprio nelle ricerche sulle disfunzioni del sistema specchio nell'autismo.

Nei pazienti autistici, soprattutto nei bambini, il sistema specchio è ipofunzionante⁽³⁴⁾. Non si può ancora concludere se questa è la base fisiopatologica dell'autismo o se è un correlato, come tanti altri disturbi presenti in questi pazienti.

Questa alterazione neurofisiologica potrebbe spiegare perché le persone autistiche non partecipino alla vita di tutti gli altri. Non riescono a entrare in sintonia con il mondo che le circonda, perché non capiscono i gesti altrui.

ment of other people's emotions remains on a fundamentally different basis from that of inner simulation because it does not generate experiential knowledge.

The meaning of this form of simulation is no doubt closer to the Latin “simulate”, from *as if, together, similar* and, in a certain sense, *imitate, represent, assume the aspect of*. It may be considered a knowledge-aimed process, through which the ability to be similar to others in order to reach a better understanding of a situation or state of affairs. At this point a connection with empathy becomes evident.

Mirror neurons and empathy

Empathy is the process through which we represent other people's behaviour within our own selves, the instrument of our understanding of lives which are foreign to us and, in theory, includes a defence mechanism in the Machiavellian sense. The concept of empathy implies the integration of diverse individual aspects such as perceptions, experience, emotions, non-verbal communication as well as language, relationships, world-views, historical data. It is therefore broader than the mere concept of sympathy which involves an aptitude, such as that of sharing life, enjoyment and pain.

Following Edith Stein's original definition, empathy connotes a kind of actions in which we grasp the lived-in experience of others. *Ein-Fühlung* indicates a cognitive act – or the sum of perceptions – directed towards the subjective awareness of others, their inner experience and thus even to their personality itself. “To feel (*fühlen*) and, in particular to *em-pathise* (*ein-fühlen*) is another singular way for the self of penetrating the

Il meccanismo a specchio spiega come sia possibile replicare nell'osservatore lo stesso stato emotivo del soggetto osservato^(35,36): attraverso una mappatura diretta nell'osservatore dell'informazione sensoriale nelle strutture motorie che generano la stessa emozione. Naturalmente è anche possibile capire le emozioni di un'altra persona attraverso una elaborazione cognitiva con decodificazione delle informazioni sensoriali ricevute, per mezzo un procedimento logico-deduttivo, una via più lunga che non porta all'empatia ma alla conoscenza (non esperienziale). Una dimostrazione emblematica è fornita dalla reazione di disgusto, con una funzione probabilmente importante per la sopravvivenza dei membri di una specie.

Attraverso studi sui macachi sostanzialmente confermati per l'uomo è stato possibile dimostrare l'attivazione dell'insula anteriore in risposta a stimoli olfattivi e gustativi, in particolare un'area sembra essere selettivamente attivata dalla esposizione a sostanze dall'odore disgustoso⁽³⁷⁾.

Studi di brain imaging dimostrano che lo stesso settore della parte anteriore dell'insula è attivato dalla vista di espressioni facciali di disgusto e che l'ampiezza di tale attivazione dipende dall'intensità espressiva dell'espressione facciale osservata.

In modo simile al sistema specchio motorio, anche l'insula contiene popolazioni neuronali che si attivano sia durante l'esperienza diretta di esposizione allo stimolo odoroso, sia attraverso l'osservazione dell'espressione facciale altrui.

Alcune strutture insulari sembrano anche responsabili attraverso un meccanismo a specchio dell'empatia per il dolore osservato.

world as such and as a representation. The main components of, and synonyms for, empathy include sharing, taking part in, understanding, becoming one with, identifying oneself with, getting in touch with, communicating with. Certainly true communication is established only when there is the will within the subject to exchange something or to share together.

According to Rossi and Rossi⁽³³⁾ the neurological basis of empathy is paradoxically confirmed by the findings of research on the mirror neuron system in autism.

In autistic patients, especially among children, hypofunction of the mirror neuron system is present⁽³⁴⁾. It is too early to conclude whether this diminished function is the physiopathological basis of autism or is a mere correlate of this disorder among the many from which these patients suffer.

This neurophysiological alteration, however, might explain why autistic persons cannot participate in other people's lives. Their inability to tune in to the surrounding world may be due to a lack of understanding the opening gestures of others.

The mirror neuron mechanism may be able to explain how it is possible to reproduce within the observer the same emotional state than in the observed subject^(35,36): through the direct mapping of the sensory data within the motor structure which generate the same emotion within the observer. Clearly, it is also possible to understand someone else's emotions through cognitive elaboration with decoding of the received sensory data mediated by a logico-deductive process. However, this pathway is long-

Empatia per il dolore

Uno studio sperimentale con fMRI⁽³⁸⁾ mostra come alcune strutture dell'insula anteriore e della parte rostrale della corteccia cingolata anteriore (strutture coinvolte anche nella percezione del dolore e delle reazioni visceromotorie correlate) implicate nella esperienza e percezione del disgusto sembrano anche mediare l'empatia per il dolore. Il substrato neurale per l'esperienza empatica del dolore non coinvolge l'intera neomatrice del dolore, ma solo una parte della rete neurale, quella associata alle qualità affettive dell'esperienza, non alle qualità sensoriali.

Danziger ed al.⁽³⁹⁾ hanno studiato pazienti con insensibilità congenita al dolore che sono privati dell'esperienza di una comune stimolazione dolorosa, per capire se queste persone sono in grado di accorgersi del dolore degli altri.

Il grado di immaginazione di situazioni dolorose presentato verbalmente da questi pazienti mostra che essi hanno una conoscenza semantica riguardo al dolore delle altre persone che non differisce dai soggetti di controllo e anche la tendenza a dedurre il dolore dalle espressioni facciali è simile a quella dei soggetti di controllo.

D'altra parte quando viene loro richiesto di valutare situazioni che inducono dolore attraverso immagini video prive di qualsiasi comportamento visibile o udibile correlato al dolore, mostrano una maggiore variabilità di risposta e un indice di stima del dolore significativamente più basso, così come una riduzione delle risposte emozionali avversative, rispetto ai soggetti di controllo.

In questi pazienti il giudizio del dolore desunto sia dalle espressioni facciali

er and is not conducive to empathy but to knowledge of the non experiential kind. An exemplary demonstration is provided by the reaction of disgust which probably proved important for the survival of the individual members of a species.

Experiments with macaques substantially borne out by human studies have demonstrated the activation of the anterior insula in response to olfactory or gustatory stimuli and that a particular area appears to be selectively activated with exposure to substances with a disgusting smell⁽³⁷⁾.

Brain imaging studies show that the same sector of the anterior part of the insula is activated upon observation of facial expressions of disgust and that the extent of such activation depends on the expressive intensity of the observed facial expression.

In common with the motor neuron system, the insula contains neuron populations that are activated both with direct exposure to the olfactory stimulus and with the observation of the facial expression of others.

Some structures of the insula appear also to be implicated via a mirror mechanism with empathy for observed pain.

Empathy for pain

A functional MRI experimental study⁽³⁸⁾, clarifies how some structures of the anterior insula and the rostral part of the anterior cingulate cortex (which are also involved in the perception of pain and in the correlated visceromotor reactions) are implicated in the experiencing and perception of disgust while also appearing to mediate empathy for pain. The neural substrate for the empathetic experience of pain does not involve the

che dagli eventi che possono causarlo è fortemente legato a differenze interindividuali nella sensibilità empatica, mentre questa correlazione fra giudizio del dolore ed empatia non era stata trovata nei soggetti di controllo.

Il risultato suggerisce che una normale esperienza personale di dolore non è necessariamente richiesta per percepire e provare empatia per il dolore degli altri. In assenza di un meccanismo fisiologico di risonanza corporea formato dalle precedenti esperienze algogene, il dolore di altri potrebbe essere fortemente sottostimato, specialmente quando i segni emotivi sono mancanti, tranne nel caso in cui l'osservatore è fornito di sufficiente abilità empatica per riconoscere completamente negli altri l'esperienza di sofferenza.

Nell'insieme questi dati confermano che l'uomo può comprendere le emozioni dei suoi simili attraverso un meccanismo di mappatura diretta che coinvolge le parti del cervello da cui nascono le risposte motorie viscerali ⁽⁴⁰⁾.

Empatia e Ipnosi moderna

Milton Erickson è considerato il fondatore della nuova ipnosi nei cui principi fondamentali si trova una connessione ora non più metaforica con le evidenze neurofisiologiche del sistema a specchio ⁽⁴¹⁾, in particolare:

– L'ALLEANZA TERAPEUTICA che è il fattore specifico più importante per il risultato della terapia poggia sull'esperienza di essere pienamente visti e pienamente compresi e questo dà la percezione di appartenere.

– L'OSSERVAZIONE dell'altro anche vista sotto il mero profilo neurologico attiva di per sé il sistema specchio.

whole pain neuronal matrix, but only the part of the neuronal network associated with the affect quality of the experience and not its sensorial qualities.

Danziger et al. ⁽³⁹⁾ studied patients with congenital insensitivity to pain who lack the experience of a common pain stimulus, in order to understand if these subjects can become aware of other people's pain.

Their degree of imagining of pain situations, when verbally described to them, shows these patients possess a semantic knowledge of other people's pain which is no different from that of control subjects. They also tend to deduce pain from facial expressions in the same measure as controls.

However, when they are requested to assess situation which induce pain through video images devoid of any pain-correlated visual or auditory clues, they show a wider response variability and score a significantly lower pain estimation index while they further differ from controls with a lower response to adversative emotional stimuli.

In these patients, judging pain deduced from facial expressions and from pain-causing events is strongly linked to inter-individual differences in empathetic sensibility, whereas this correlation between pain judgment and empathy was not evidenced among control subjects. The study results suggest that a normal personal experience of pain is not necessarily requested to perceive and feel empathy for other people's pain. In the absence of a physiological mechanism of a response-evoking corpus of previous pain-causing experiences in the body, other people's pain could be severely underestimated, especially when

– RISPETTO sia in senso etimologico: *respicere*, come guardare e ri-guardare, sia nel senso di accettazione della natura del paziente al quale non viene chiesto di cambiare o di inserire un nuovo programma neurobiologico.

Ne deriva il tailoring, una terapia su misura. In questa prospettiva l'empatia è già una terapia e analogamente l'ipnosi.

La vera empatia richiede in senso terapeutico solo interventi autentici (genuinità, onestà, sincerità) e usata consapevolmente è una operazione da adulto che permette di cogliere pienamente la presenza dello stato d'animo di un altro e di stabilire un contatto.

L'osservazione dell'osservazione permette di immedesimarsi e differenziarsi per mantenere la propria identità. Richiede il superamento del narcisismo.

In senso opposto il sistema specchio potrebbe spiegare perché comportamenti di commiserazione, consolazione, incoraggiamento o stimolazione, rassicurazione o una ridefinizione in positivo del problema non sentita, non siano utili a fini terapeutici, se non francamente dannosi, in quanto risultano artefatti.

Conclusioni

$$I = S / R \times \text{uomo}$$


Un paradigma non necessariamente sostituisce un altro e, se la lateralità emisferica ha perso parte della sua importanza, fornisce sempre una metafora scientifica della mente conscia e inconscia. In qualche modo un ponte verso lo stato, un riferimento rassicurante per chi non riesce ad accostarsi allo studio di una ipnosi non obiettivabile, di una "ipnosi senza trance". È facile compren-

emotional clues are lacking, except in the case when the observer is endowed with sufficient empathetic skills to fully recognise in others the experience of suffering.

Taken together, these data confirm that humans understand the emotions of other humans through a direct mapping mechanism that involves these parts of the brain where visceromotor responses are generated⁽⁴⁰⁾.

Empathy and modern hypnotism

Milton Erickson is considered the father of the new hypnotism, the principles of which are not now merely in a metaphorical correspondence with the neurophysiological evidence of the mirror neuron system⁽⁴¹⁾. In particular,

– THE THERAPEUTIC ALLIANCE, which is the major aspecific factor for the outcome of therapy rests on the experience of being fully seen and fully understood, thus enabling the perception of belonging;

– THE OBSERVATION OF OTHERS, viewed also under the merely neurological profile, is sufficient to activate the mirror neuron system.

– RESPECT, both in the etymological sense of *respicere*, of "look over" as well as "regard", and in that of the acceptance of the nature of the patient who is not required to change or assimilate a new neurobiological programming.

Thus TAILORING fits therapy to the patient's measure. In this regard, empathy is already a form of therapy, similarly to hypnosis.

True empathy in the therapeutic sense requires strict authenticity in its interventions (genuineness, honesty, sincerity), and used with awareness it is an

dere, ora che disponiamo di analisi più sofisticate, che un emisfero (mezzo cervello) è una unità troppo grande per poter assolvere ad un ruolo funzionale omogeneo. Tuttavia resta valida la dimostrazione che qualcosa cambia tra il prima e il dopo ed è proprio questa discontinuità che attualmente viene riconosciuta come elemento cruciale dell'ipnosi: il cervello in ipnosi funziona diversamente!

Dei neuroni specchio si parla molto e l'importanza per l'ipnosi clinica è sicuramente grande. Si vedono ridurre le distanze fra le certezze empiriche e le evidenze biologiche e si aprono nuove prospettive di comprensione dell'uomo e del pensiero.

Probabilmente anche il problema della differenziazione dell'io nel bambino può trovare una ipotesi esplicativa nella risoluzione del quesito: agisco io o sono gli altri ad agire? In base al fatto che esistono due attività neuronali praticamente identiche per l'azione in prima e in terza persona.

Il sistema specchio sembra unificare nello stesso meccanismo neuronale un'ampia varietà di fenomeni, da comportamenti elementari come una risposta facilitatoria a funzioni cognitive alte come l'apprendimento per imitazione, la comprensione dell'azione o altre funzioni cognitive quali la comprensione del linguaggio.

La domanda iniziale nel lavoro di Danziger: "è il dolore il prezzo dell'empatia?" trova risposta nell'evidenza che l'empatia è il prezzo per riconoscere il dolore ed è il punto di partenza per un utile intervento terapeutico, come aveva già dimostrato Erickson, che, con limitazioni fisiche e sensoriali, poteva com-

adult practice which allows one to fully grasp the presence of another's state of mind and to establish contact. The observation of observation allows practitioners to identify and differentiate themselves to maintain their own identity. It requires the overcoming of narcissism. In contrast, the mirror neuron system could explain why behaviours on the part of practitioners such as commiseration, consoling, encouragement or stimulation, reassuring or an unfeeling positive redefinition of the complaint are unhelpful for the purpose of therapy, if not frankly harmful, when they are artefactual.

Conclusions

$$I = S / R^x$$


It is not necessary that a novel paradigm should substitute another and, if hemispheric laterality has lost some of its importance, it still provides a metaphor of the conscious and unconscious mind of scientific value. In a way, it bridges the knowledge gap between the hypnotic state, a reassuring standpoint for whoever hesitates to approach the study of hypnosis without an objective basis, a "tranceless hypnosis". It is easier to understand, now that we can avail ourselves of more sophisticated analyses, that one hemisphere (one half of the brain) is too vast a unit to discharge a homogeneous functional role. However, the demonstration that something has changed between "before" and "after" hypnosis, a discontinuity that is currently recognised as a crucial element of the therapy: the brain under hypnosis functions differently!

prendere e aiutare a sviluppare negli altri ciò che lui stesso non avrebbe potuto compiere.

Questi studi aprono un'opportunità a chi si occupa di ipnosi e dolore per riflettere insieme su un nuovo paradigma, forse più unificante dei precedenti, basato sul naturale funzionamento dell'essere umano. Una traccia non nuova ma fino ad ora non biologicamente ratificata, un paradigma che sottolinea la relazione e il movimento.

Bibliografia

1. Antonelli C. The role of hypnosis in pain control: definition and evidence. *Acta Anaesth Italica* 2005; 56: 95 -112.
2. Carnevale F, Rumore e Silenzio. L'approccio della complessità nella psicoterapia ericksoniana. Prima parte. *Ipnosi, Rivista Italiana di Ipnosi Clinica e Sperimentale* 2006; 2: 25-37.
3. De Benedittis G. Specializzazione emisferica e natura della trance, *Ipnosi. Rassegna d'ipnosi clinica e sperimentale* 1980; 1: 20-33.
4. De Benedittis G. Il modello ipno comunicazionale nel trattamento del dolore cronico, in *Atti del 5° Convegno Nazionale sull'Ipnosi Clinica*, Milano 1977.
5. De Benedittis G. Meccanismi neurofisiologici e neuropsicologici dell'ipnosi, *Rivista Italiana d'Ipnosi Clinica e Sperimentale* 1987; (VII) 2: 23-29.
6. Edmonston W.E., Moscovitz H.C. Hypnosis and lateralized brain functions, *Int. J. Clin. exp. Hypnosis* 1990; 38: 70-84.
7. De Benedittis G, Sironi VA. Deep cerebral electrical activity in man during hypnosis. *Int J Clin Exp Hypnosis* 1986; 34: 63-70.
8. Hagbarth KE, Finer BL. The plasticity of human withdrawal reflexes to noxious skin stimuli in lower limbs. *Progress in Brain Research*, vol. 1, Amsterdam 1963; 65-78.
9. Egner T, Jamieson G, Gruzelier J. Hypnosis decouples cognitive control from conflict monitoring processes of the frontal lobe. *Neuroimage* 2005; 1: 969-78.
10. Dietrich A. Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: the transient hypofrontality hypothesis. *Conscious Cogn* 2003; 12: 231-56.
11. Gastaut HJ, Bert J. EEG changes during cinematographic presentation; moving picture activation of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl.* 1954; 6: 433-44.

Mirror neurons are becoming topical and their relevance for clinical hypnosis is certainly immense. The gap between empirical certitude and biological evidence is narrowing and new perspectives are opening up for the understanding of man and thought.

It is probable that also the problem of ego-differentiation in the child may find an explanatory hypothesis in the solving of this issue: *is it I who acts or the others who act?*, given the fact that there are two practically identical neuronal activation pathways for action in the first and third persons.

The mirror neuron system appears to couple within the same neuronal mechanism a wide variety of phenomena ranging from elementary behaviours such as a facilitating response to superior cognitive functions, or learning by imitation, understanding of action or other cognitive functions such as the understanding of language.

The initial question in Danziger's study, "is pain the price of empathy?" finds its reply in the evidence that empathy is the price to pay for the recognition of pain and the starting point for helpful therapeutic intervention, as demonstrated earlier by Ericksson, who with physical and sensory limitations could comprehend and help others develop what he himself was unable to accomplish.

These studies represent an opportunity for the practitioners of hypnosis or pain therapy to reflect together on a novel paradigm, which may be more unifying than previous ones, on the basis of the natural functions of the human being. We are not opening a new track, but one hitherto unrecognised by biology, and we have a paradigm emphasising connectedness and motion.

12. Cochin S, Barthelemy C, Lejeune B, Roux S, Martineau J. Perception of motion and qEEG activity in human adults. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998;107: 287-95.
13. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions, *Cogn Brain Res* 1996; 3: 131-141.
14. Gallese V, Fadiga L, Fogassi L and Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 1996; 119: 593-609.
15. Rizzolatti G, Fadiga L, Matelli M, Bettinardi V, Paulesu E, Perani D, Fazio F. Localization of grasp representations in human by PET: 1. Observation versus execution. *Exp Brain Res* 1996; 111: 246-252.
16. Keysers C, Gazzola V. Towards a unifying neural theory of social cognition. *Prog Brain Res.* 2006; 156: 379-401.
17. Rizzolatti G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V. Resonance behaviors and mirror neurons. *Arch Ital Biol.* 1999; 137: 85-100.
18. Binkofski F, Amunts K, Stephan KM, Posse S, Schormann T, Freund H-J, Zilles K, Seitz RJ. Broca's region subserves imagery of motion: A combined cytoarchitectonic and fMRI study. *Hum Brain Mapp* 2000; 11: 273-285.
19. Luppino G, Rizzolatti G. The organization of the motor cortex. *News Physiol Sci* 2000; 15: 219-224.
20. Binkofski F, Buccino G, Stephan KM, Rizzolatti G, Seitz RJ, Freund HJ. A parieto-premotor network for object manipulation: evidence from neuroimaging. *Exp Brain Res* 1999; 128: 210-213.
21. Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Seitz RJ, Zilles K, Rizzolatti G, Freund HJ. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur J Neurosci* 2001; 13: 400-404.
22. Baldissera F, Cavallari P, Craighero L, Fadiga L. Modulation of spinal excitability during observation of hand actions in humans. *Eur J Neurosci* 2001; 13: 190-194.
23. Gallese V, Keysers C, Rizzolatti G. A unifying view of the basis of social cognition. *Trend Cogn. Sci* 2004; 8: 396-403.
24. Kohler E, Keysers C, Umiltà A, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science* 2002; 297: 846-8.
25. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Cortical mechanisms subserving object grasping and action recognition: a new view on the cortical motor functions. In: MS Gazzaniga (ed) *The New Cognitive Neurosciences*, 2nd Edition, A Bradford Book, MIT Press, 539-552, 2000.
26. Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *Plos Biol* 2005; 3.
27. Tettamanti M, Buccino G, Saccuman MC, Gallese V, Danna M et al. Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *J Cogn Neurosci* 2005; 17: 273-281.
28. Ehrsson HH, Geyer S and Naito E. Imagery of voluntary movement of fingers, toes, and tongue activates corresponding body-part-specific motor representations, *J Neurophysiol* 2003; 90: 3304-3316.
29. Grafton ST, Arbib MA, Fadiga L, Rizzolatti G. Localization of grasp representations in human by PET: 2. Observation versus imagination, *Exp Brain Res.* 1996; 112: 103-111.
30. Buccino G, Riggio L, Melli G, Binkofski F, Gallese V, Rizzolatti G. Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: A combined TSM and behavioral study. *Cogn Brain Res* 2005; 24: 355-363.
31. Iacoboni M, Woods RP, Brass M, Bekkering H, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Cortical mechanisms of human imitation. *Science* 1999; 286: 2526-28.
32. Gallese V, Goldman A. Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trend Cogn Sci* 1998; 12: 493-501.
33. Rossi EL, Rossi KL. The neuroscience of observing consciousness & mirror neurons in therapeutic hypnosis. *Am J Clin Hypn.* 2006; 48: 263-78.
34. Iacoboni M, Dapretto M. The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nat Rev Neurosci.* 2006; 7: 942-51.
35. Gallese V. The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology* 2003; 36: 171-80.
36. Carr L, Iacoboni M, Dubeau MC, Mazziotta JC, Lenzi GL. Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proc Natl Acad Sci USA* 2003; 100: 5497-5502.
37. Wicker B, Keysers C, Plailly J, Royet JP, Gallese V, Rizzolatti G. Both of us disgusted in my insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron* 2003; 40: 655-664.
38. Singer T, Seymour B, O'Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science* 2004; 303: 1157-1162.
39. Danziger N, Prkachin KM and Willer JC. Is pain the price of empathy? The perception of others' pain in patients with congenital insensitivity to pain. *Brain* 2006; 129: 2494-2507.
40. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Specchi nella mente. *Le Scienze* [Italian edition of *Scientific American*] 2006; 460: 54-61.
41. Erickson M.H. *Opere* (4 volumi), Astrolabio, Roma, 1982-1984.