

## **Interazione a distanza Cervello-Cervello (Mente-Mente): Studio Confermativo.**

Patrizio Tressoldi<sup>1</sup>, Luciano Pederzoli<sup>2</sup>, Marco Bilucaglia<sup>2</sup>, Patrizio Caini<sup>2</sup>, Pasquale Fedele<sup>3</sup>,  
Alessandro Ferrini<sup>2</sup>, Diana Richeldi<sup>2</sup>, Florentina Richeldi<sup>2</sup>, Simone Melloni<sup>2</sup> e Agostino Accardo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova, 35131 Italy;

<sup>2</sup>EVANLAB, Firenze, 50023 Italy;

<sup>3</sup>LiquidWeb, Siena, 53100 Italy;

<sup>4</sup>Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università di Trieste, 34127, Italy

**Per la corrispondenza:** Patrizio Tressoldi (patrizio.tressoldi@unipd.it)

**Come citare questo articolo:** Tressoldi P, Pederzoli L, Bilucaglia M *et al.* **Brain-to-Brain (mind-to-mind) interaction at distance: a confirmatory study [v1; ref status: awaiting peer review, <http://f1000r.es/3ky>]** *F1000Research* 2014, **3**:182 (doi: 10.12688/f1000research.4336.1)

**Copyright:** © 2014 Tressoldi P *et al.* Questo è un articolo disponibile a tutti, distribuito secondo le condizioni della Creative Commons Attribution Licence, la quale ne permette il libero uso, la distribuzione e la riproduzione con ogni mezzo, purché il lavoro originale sia correttamente citato. I dati associati all'articolo sono disponibili secondo le condizioni di Creative Commons Zero "No rights reserved" data waiver (CC0 1.0 Public domain dedication).

**Informazioni sulle sovvenzioni:** Questa ricerca è stata finanziata dalla Bial Foundation (contratto 121/12).

**Interessi concorrenti:** Non è stato scoperto alcun interesse concorrente.

**Prima pubblicazione:** 05 agosto 2014, **3**:182 (doi: 10.12688/f1000research.4336.1)

## RIASSUNTO

Questo studio riporta i risultati di un esperimento confermativo destinato a saggiare l'ipotesi che sia possibile rivelare coincidenze di una sequenza di eventi (silenzio-segnale) di differente lunghezza analizzando l'attività elettroencefalografica (EEG) di due partner umani spazialmente separati, nel momento in cui un membro della coppia riceve lo stimolo e il secondo è connesso col primo solo mentalmente.

Sette partecipanti selezionati, legati da amicizia di lunga data e capaci di mantenere focalizzata la concentrazione mentale, sono stati divisi in due gruppi situati in due diversi laboratori tra loro distanti circa 190 Km. Ognuno dei partecipanti ha agito sia come membro "stimolato" sia come "mentalmente connesso" della coppia, per un totale di venti sessioni complessive.

L'analisi post-acquisizione dell'attività elettroencefalografica (EEG), con l'utilizzazione di uno speciale algoritmo di classificazione basato su di una macchina di supporto vettoriale (SVM - Support Vector Machine), ha rivelato le coincidenze nella sequenza di eventi del protocollo di stimolazione tra l'attività EEG del membro della coppia "stimolato" e quello "mentalmente connesso".

Inoltre è stata analizzata, utilizzando il metodo bootstrap tra ciascuna delle venti coppie di dati, la correlazione degli spettri di potenza nelle cinque bande di frequenza EEG. La percentuale complessiva di coincidenze è stata del 78,4 % su 88 eventi e le correlazioni medie statisticamente significative nelle le bande EEG alfa e gamma tra le coppie di partecipanti, le quali hanno confermato i risultati osservati in uno studio pilota, avallano l'ipotesi che sia possibile connettere a distanza due cervelli e quindi due menti.

## INTRODUZIONE

L'interazione a distanza cervello-cervello (BBI – Brain to Brain Interaction), cioè al di fuori della portata dei cinque sensi, è stata dimostrata da Pais-Vieira et al. (2013) mettendo in connessione tramite internet i cervelli di due ratti.

Un effetto simile è stato dimostrato con umani in uno studio pilota di Rao e Stocco (2013) inviando al cervello di un partner distante, tramite internet, l'attività EEG generata immaginando di muovere la mano destra e facendo reagire la sua corteccia motoria così da fargli premere un tasto con la mano destra.

Benché sia presente una resistenza culturale ad accettare la possibilità di osservare effetti simili sugli umani senza una connessione internet, tuttavia ci sono alcune prove che questi effetti esistono. Un'esauriente indagine riguardante tutti gli studi correlati con questo filone di ricerca ha rivelato la presenza di almeno diciotto lavori dal 1974 ad oggi (vedere MATERIALE SUPPLEMENTARE).

In tutti questi lavori lo scopo principale era di osservare se l'attività cerebrale provocata in un membro della coppia da uno stimolo (ad esempio presentando lampi luminosi oppure immagini) poteva essere osservata nel cervello dell'altro membro della coppia. Benché alcuni di questi studi, quelli che utilizzano il neuroimaging funzionale, possano essere criticati per una potenziale debolezza metodologica che potrebbe giustificare gli effetti riportati (Acunzo et al., 2013), è ancora valida la domanda se sia possibile oppure no connettere due cervelli umani a distanza.

Ci si può teoricamente attendere la possibilità di connettere a distanza i cervelli di due esseri umani senza utilizzare alcun mezzo classico di trasmissione se si assume che due cervelli, e di

conseguenza due menti, possano essere collegati da entanglement (coinvolgimento) di tipo quantistico. Nella fisica quantistica l'entanglement è un fenomeno fisico che si ha quando coppie (o gruppi) di particelle interagiscono in modo tale che la misura (osservazione) dello stato quantico (ad es. lo stato di spin) di ciascun membro è correlato a quello degli altri, a prescindere dalla loro distanza, senza apparente presenza di comunicazione di tipo classico.

A tutt'oggi una generalizzazione dalle variabili fisiche a quelle biologiche e mentali può essere fatta soltanto per analogia, date le differenze tra le loro proprietà, ma alcuni modelli teorici sono già disponibili. Per esempio nella Teoria Quantistica Generalizzata (Filk & Römer, 2011; Von Lucadou & Romer, 2007; Valach & von Stillfried, 2011), “ci si può aspettare che possa esserci entanglement se le descrizioni del sistema che sono relative all'intero sistema sono complementari a quelle di parti del sistema stesso. In questo caso i singoli elementi all'interno del sistema, che sono descritti da variabili complementari a quelle che descrivono l'intero sistema, sono correlati non localmente”.

Ragionando per analogia, abbiamo ipotizzato l'esistenza di entanglement tra due menti - quindi tra due cervelli intesi come parti complementari di un singolo sistema - e conseguentemente la possibilità di studiare le loro interazioni a distanza senza alcuna connessione tradizionale.

In uno studio pilota Tressoldi et al. (2014) hanno esaminato cinque coppie di partecipanti dotate di una lunga amicizia e della capacità di mantenere focalizzata la concentrazione mentale, le quali erano separate da una distanza pari a circa cinque metri, senza alcun contatto sensoriale.

Al primo membro della coppia sono state somministrate tre sequenze di eventi silenzio-segnale della durata rispettiva di 2,5 minuti e di 1 minuto. Al secondo membro della coppia è stato semplicemente richiesto di connettersi mentalmente con il /la proprio/a partner.

In tutto sono stati analizzate 15 coppie di dati. Utilizzando un particolare algoritmo gli autori hanno osservato una percentuale complessiva di coincidenze del 78%, variabile dal 100% per i primi due segmenti silenzio-segnale fino a circa il 43% degli ultimi due segmenti.

Le percentuali delle coincidenze nei primi 5 segmenti del protocollo sono state oltre l'80%.

Per di più, in tutte le bande di frequenza tranne la beta, è stata osservata una correlazione statisticamente molto significativa, ma molto più forte nella banda alfa.

Questi risultati preliminari ci hanno spinti a concepire questo studio-replica pre-depositato.

## METODI

### Pre-registrazione dello studio

Seguendo le raccomandazioni a distinguere gli esperimenti esplorativi da quelli confermativi (Wagenmakers, 2007; Nosek, 2012), abbiamo pre-depositato lo studio nel sito di Open Science Framework (<https://osf.io/u3yce>).

### Partecipanti

Per questo esperimento sono stati scelti sette adulti in buona salute, cinque maschi e due femmine. La loro età media è risultata di 41,7 anni, con Deviazione Standard (SD – Standard Deviation) = 16,6. I criteri adottati per la loro inclusione sono stati la loro amicizia, vecchia di più di cinque anni, e la loro esperienza nel mantenere una concentrazione mentale ben focalizzata, derivante dalla loro familiarità con la meditazione e con altre pratiche di controllo dell'attività mentale – ad es. pratica di arti marziali, yoga, ecc. - variabile tra i quattro e i quindici anni.

## **Dichiarazione di eticità**

L'inclusione dei partecipanti ha seguito linee-guida etiche in accordo con la Dichiarazione di Helsinki e lo studio è stato approvato dal Comitato Etico del Dipartimento di Psicologia Generale – prot. N. 63, 2012 - l'istituto dell'autore principale. Prima di partecipare all'esperimento, ciascun partecipante ha dato il proprio consenso scritto dopo aver letto una breve descrizione dell'esperimento stesso.

## **Apparati**

Un software appositamente scritto in C++ per Windows 7 e sviluppato da uno dei co-autori, SM, ha gestito la scelta dei protocolli di stimolazione e le temporizzazioni delle registrazioni dell'attività EEG dei due partner. L'attività EEG è stata registrata utilizzando due cuffie elettroencefalografiche Emotiv® EEG Neuroheadset connesse senza fili a due PC con sistema operativo Windows 7. Le caratteristiche tecniche delle Emotiv® EEG Neuroheadset sono: 14 canali basati sulle localizzazioni internazionali 10÷20 (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4, più 2 elettrodi di riferimento). Un elettrodo mastoideale (M1) è servito come punto di riferimento di massa rispetto al quale confrontare la tensione generata da tutti gli altri. L'altro elettrodo mastoideale (M2) ha rappresentato un riferimento di preazione con il compito di ridurre le interferenze elettriche esterne. La frequenza di campionamento è di 128 Hz, con banda passante da 0,2 a 45 Hz e due filtri notch a 50 e 60 Hz (contro i disturbi prodotti dalla rete elettrica). Il filtraggio è realizzato con un filtro digitale sincro passabasso incorporato di quinto ordine. La connessione con il PC è fornita da una rete senza fili sulla banda dei 2,4 GHz coperta da brevetto.

## **Stimoli**

Un clip audio è stato fornito ad alto volume (80 dBs) in modo binaurale ad uno dei partner per mezzo di cuffie audio (a soppressione attiva di rumore) Parrot ZIK® connesse al PC che fornisce gli stimoli e gestisce le registrazioni EEG. Questo clip, che riproduce il pianto di un neonato, è stato selezionato dalla lista dei suoni più fastidiosi (Cox, 2008), al fine di aumentare l'attività elettroencefalografica della persona sottoposta allo stimolo.

## **Protocollo di stimolazione**

A differenza dello studio pilota, il protocollo di stimolazione è consistito in tre differenti sequenze composte da 30 secondi di ascolto del clip audio intercalati con periodi di silenzio della durata di 1 minuto (nello studio pilota la durata era doppia rispetto a questa).

Le tre sequenze comprendevano 3; 5 e 7 segmenti (cioè silenzio-segnale-silenzio oppure silenzio-segnale-silenzio-segnale-silenzio, ovvero silenzio-segnale-silenzio-segnale-silenzio-segnale-silenzio) e sono state scelte in modo casuale da un algoritmo che utilizza la rand function del C++ (nello studio pilota è stata utilizzata solamente una sequenza di 7 segmenti). Per prevenire ogni possibile predizione dell'inizio della sequenza, anche la durata del primo segmento di silenzio è stata variata in modo casuale di un tempo compreso tra uno e tre secondi.

## **Procedura**

Abbiamo concepito una procedura tesa a ricreare una situazione reale in cui c'è un evento importante da condividere, in questo caso una comunicazione relativa al pianto del neonato.

Al fine di isolare i due partner di ciascuna coppia, quattro di essi sono stati collocati in un laboratorio del Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università di Padova e i rimanenti tre in un laboratorio privato a Firenze, a circa 190 Km di distanza. In ciascuna delle due sedi era presente un assistente alla ricerca.

Il partner designato come “trasmittente” ha ricevuto le seguenti istruzioni: *“Quando sarai pronto, ti dovrai concentrare in silenzio per un tempo variabile tra uno e tre minuti per rilassarti e prepararti a ricevere lo stimolo da inviare al/alla tuo/a partner. Per facilitare la tua connessione mentale con lui /lei, vedrai una foto della sua faccia per mezzo di occhiali-monitor (occhiali virtuali Kingshop OV2 - Vedere Figura S1 in MATERIALE SUPPLEMENTARE). Il tuo unico compito è di tentare di inviargli/le mentalmente ciò che ascolterai, limitando contemporaneamente i movimenti del corpo e della testa per ridurre gli artefatti. Sentirai una sequenza formata da pianti di neonato della durata di 30 secondi separati da un minuto di silenzio. L'esperimento durerà circa 10 minuti”*.

Le istruzioni al secondo partner, designato come “ricevente” sono state: *“Quando sarai pronto, ti dovrai concentrare in silenzio per un tempo compreso tra uno e tre minuti per rilassarti e prepararti a ricevere lo stimolo inviato dal/dalla tuo/a partner. Per facilitare la tua connessione mentale con lui /lei, vedrai una foto della sua faccia per mezzo di occhiali-monitor. Il tuo compito è di connetterti mentalmente con lui/lei tentando di ricevere lo stimolo che lui/lei sta ascoltando e limitando contemporaneamente i movimenti del corpo e della testa per ridurre gli artefatti. L'esperimento durerà circa 10 minuti”*.

Una volta ottenuto l'assenso da parte di ambedue i partner per l'inizio dell'esperimento, l'assistente principale alla ricerca, situato in EvanLab, ha dato il via all'esperimento informando il secondo assistente alla ricerca, connesso tramite internet, di avviare il software di gestione dell'esperimento. Al termine dell'esperimento ambedue i partner ne sono stati messi al corrente. Dopo un intervallo, se loro erano d'accordo, i rispettivi ruoli sono stati invertiti.

Formando coppie con ciascuno dei partecipanti presenti in un laboratorio con ciascuno di quelli presenti nell'altro, sono state raccolte in tutto 22 coppie di dati, perché due partecipanti hanno contribuito a tre sole sessioni. Due coppie di dati sono state eliminate a causa della registrazione difettosa dell'attività EEG.

## **Analisi dei dati**

### **Algoritmo di classificazione**

Il software di classificazione BrainScanner™ è stato sviluppato in modo originale da uno dei co-autori, PF (Pasquale Fedele - p.fedele@liquidweb.it) ed è disponibile. L'analisi è stata eseguita offline adottando come ingressi i due file di ciascuna coppia di partecipanti ricavati dalle cuffie elettroencefalografiche Emotiv® EEG Neuroheadset. La prima analisi è stata una classica Principal Component Analysis (PCA), utilizzata per ridurre i dati ottenuti dai quattordici canali alle loro variabili latenti. Il cinquanta per cento di questi dati, campionato casualmente insieme alle proprie etichette di segnale e silenzio, è stato utilizzato per l'istruzione di una macchina di supporto vettoriale (SVM - Support Vector Machine) utilizzando una tradizionale classificazione a vettori di supporto C [C-SVC o C- Support Vector Classification (Steinwart and Christmann, 2008; Chang and Lin, 2011)].

Le SVM sono un esempio di classificatori lineari generalizzati, noti anche come classificatori a margine massimo perché minimizzano l'errore empirico di classificazione massimizzando i margini di separazione delle categorie. Le SVM possono essere considerate tecniche alternative di

apprendimento dei classificatori polinomiali, molto diverse rispetto alle classiche tecniche di addestramento delle reti neurali.

Le reti neurali a singolo strato possiedono un algoritmo di apprendimento efficiente, ma sono utili solamente nel caso di dati linearmente separabili. Al contrario, le reti neurali multistrato riescono a rappresentare funzioni non lineari, ma creano delle difficoltà di addestramento a causa del numero di dimensioni dello spazio dei pesi e poiché le tecniche più comuni - come la propagazione inversa - consentono di ricavare i pesi di rete risolvendo un problema di ottimizzazione non convesso e non limitato, di conseguenza questo presenta un numero indeterminato di minimi locali (Basheer & Hajmeer, 2000).

La tecnica di addestramento SVM risolve ambedue i problemi: è un algoritmo efficiente ed è in grado di rappresentare funzioni complesse non lineari. I parametri caratteristici della rete si ottengono risolvendo un problema di programmazione quadratico convesso con limitazioni di uguaglianza o del tipo a scatola (nel quale il valore del parametro deve essere mantenuto entro una certa gamma), il quale fornisce un singolo minimo complessivo. Riguardo alla scelta del nocciolo elaborativo, quello che ha fornito le migliori prestazioni durante i test è stata la RBF (Radial Basis Function).

Dopo la fase di apprendimento l'algoritmo è pronto per generalizzare ai rimanenti dati il modello di classificazione ottenuto, accoppiando la sequenza di eventi del protocollo di stimolazione con l'attività EEG. Il risultato è una tavola di eventualità (vedere esempi di Tavola Supplementare S1) che accoppia gli eventi (silenzio-segnale) con quelli rivelati nell'attività EEG della persona mentalmente connessa.

Per verificare l'affidabilità del sistema di valutazione, i dati sono stati verificati indipendentemente da due co-autori, PT ed SM. La loro concordanza complessiva è stata dell'89,3 %; i disaccordi sono stati risolti controllando di nuovo i dati originali. Tutti i dati grezzi individuali sono disponibili per analisi indipendenti in [http://figshare.com/articles/BBI\\_Confirmatory/1030617](http://figshare.com/articles/BBI_Confirmatory/1030617) .

## **Analisi di correlazione**

Per ottenere una prova convergente della relazione presente tra le attività EEG dei due partner, abbiamo correlato la loro attività EEG relativa ai periodi di segnale e silenzio registrata nei quattordici canali nei riguardi delle cinque bande di frequenza, delta, theta, alfa, beta e gamma normalizzandola rispetto alla potenza totale.

Ciascun periodo di silenzio e stimolazione è stato diviso in tratti di 4 secondi, calcolando la Densità Spettrale di Potenza (PSD - Power Spectral Density) con il metodo del periodogramma.

Le cinque bande spettrali sono state così contraddistinte: delta (0,5÷4 Hz), theta (4÷8 Hz), alfa (8÷15 Hz), beta (15÷30 Hz) e gamma (30÷60 Hz). La densità spettrale di potenza (PSD) delle varie bande è stata poi espressa in unità normalizzate dividendo la potenza misurata in ciascuna gamma per la somma delle potenze misurate in tutte le bande.

Per verificare l'importanza del coefficiente di correlazione abbiamo adottato un approccio indipendente dalla distribuzione, il Bootstrap bivariato non parametrico [Bivariate non-parametric Bootstrap (Bishara & Hittner, 2012)] con 5000 iterazioni.

Dalla distribuzione dei campionamenti abbiamo calcolato l'intervallo di confidenza al 95 % seguendo il metodo percentile. Il test bivariato respinge l'ipotesi nulla se  $r = 0$  non appartiene all'intervallo di confidenza. I risultati sono riportati nella Tavola Supplementare S1.

I dati grezzi e il codice-sorgente del software "Accardo\_Confirmatory\_rev.m" in MatLab sono a disposizione in [http://figshare.com/articles/BBI\\_Confirmatory/1030617](http://figshare.com/articles/BBI_Confirmatory/1030617)

## RISULTATI

### Coincidenze

Nelle Tavole 1a, 1b e 1c sono riportati i numeri delle coincidenze rivelate dal classificatore BrainScanner™ nell'attività EEG della coppie di partecipanti, messe in relazione con i tre diversi protocolli di stimolazione nelle venti sessioni.



**Figura 1:** Tre esempi di matrici di coincidenza tra il protocollo di stimolazione e l'attività EEG registrata nel cervello "ricevente". La prima riga di ciascun esempio mostra la temporizzazione e la sequenza dei sette periodi di silenzio e stimolazione così come sono stati forniti al cervello "trasmettente". La seconda riga mostra la temporizzazione e la sequenza dei sette periodi di silenzio e stimolazione così come sono stati identificati dal classificatore BrainScanner™ nel cervello "ricevente" (colore rosso = silenzio, colore nero = segnale). Utilizzando il criterio di considerare come coincidenza un segmento del protocollo che abbia almeno uno dei suoi fronti (iniziale o finale) sovrapposto tra le due righe, contiamo 6 coincidenze nel primo esempio, 5 nel secondo e 7 nel terzo.

**Tavola 1a:** Coincidenze rilevate dal classificatore BrainScanner™ nell'attività EEG della coppia di partecipanti in relazione al primo protocollo.

| n.9            | silenzio | segnale | silenzio | % Precisione di rilevazione |
|----------------|----------|---------|----------|-----------------------------|
| Silenzio       | 9        |         |          | 100                         |
| <b>Segnale</b> |          | 9       |          | 100                         |
| Silenzio       |          |         | 9        | 100                         |

**Tavola 1b:** Coincidenze rilevate dal classificatore BrainScanner™ nell'attività EEG della coppia di partecipanti in relazione al secondo protocollo.

| n.8            | silenzio | segnale | silenzio | segnale | silenzio | % Precisione di rilevazione |
|----------------|----------|---------|----------|---------|----------|-----------------------------|
| Silenzio       | 8        |         |          |         |          | 100                         |
| <b>Segnale</b> |          | 8       |          |         |          | 100                         |
| Silenzio       |          |         | 7        |         |          | 87,5                        |
| <b>Segnale</b> |          |         |          | 3       |          | 37,5                        |
| Silenzio       |          |         |          |         | 2        | 25                          |

**Tavola 1a:** Coincidenze rilevate dal classificatore BrainScanner™ nell'attività EEG della coppia di partecipanti in relazione al terzo protocollo.

| n.3      | silenzio | segnale | silenzio | segnale | silenzio | segnale | silenzio | % Precisione di rilevazione |
|----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|-----------------------------|
| Silenzio | 3        |         |          |         |          |         |          | 100                         |
| Segnale  |          | 3       |          |         |          |         |          | 100                         |
| Silenzio |          |         | 3        |         |          |         |          | 100                         |
| Segnale  |          |         |          | 2       |          |         |          | 66,7                        |
| Silenzio |          |         |          |         | 2        |         |          | 66,7                        |
| Segnale  |          |         |          |         |          | 1       |          | 33,3                        |
| Silenzio |          |         |          |         |          |         | 0        | 0                           |

Il numero di coincidenze attese per gli eventi di segnale era zero, mentre il numero di coincidenze attese per gli eventi di silenzio era il 100%.

Una percentuale di coincidenze ben superiore a quella prevista dalla casualità (cioè il 50%) può rappresentare una dimostrazione di connessione cerebrale (mentale) tra i componenti delle coppie di partecipanti, a meno che non la possano spiegare artefatti statistici o procedurali.

Le percentuali complessive delle coincidenze e la loro precisione sono state stimate insieme ai rispettivi intervalli di confidenza. Inoltre il fattore di Bayes che confronta l'ipotesi secondo cui la percentuale di coincidenze superi la percentuale degli errori e dei dati assenti con quella di differenza nulla tra queste due percentuali, con l'assunto di una distribuzione uniforme a priori basata su di una distribuzione beta, è stata calcolata con l'applet online disponibile in <http://pcl.missouri.edu/bf-binomial>.

L'algoritmo di classificazione ha rivelato correttamente 69 su 88 (78,4% - 95% CI = 68,7÷85,7) eventi di cui 26 su 34 (76,4% - 95% CI = 58,4÷87,5) relativi a eventi di segnale e 43 su 54 (79,6% - 95% CI = 67,1÷88,2) relativi a eventi di silenzio.

I corrispondenti Fattori di Bayes che confrontano l'ipotesi H1 (rivelazione al di sopra del caso) con l'ipotesi H0 (rivelazione corrispondente al caso) per le coincidenze totali e per quelle di segnale sono rispettivamente 390625 e 27,1.

È interessante notare che, per tutti e tre i protocolli di stimolazione, le percentuali delle coincidenze sui primi tre eventi (silenzio-segnale-silenzio) è stata del 98,3% e scende al 40,9% sui successivi due eventi (segnale-silenzio), per cadere al 16,6% sugli ultimi due eventi (segnale-silenzio). Un simile calo percentuale è stato osservato anche nello studio pilota, anche se meno drammatico: rispettivamente 83,3% e 43,3%. Comunque è importante ricordare che nello studio pilota la durata dei segnali e dei periodi di silenzio era rispettivamente di 60 e 180 secondi. Una spiegazione plausibile per tale differenza può essere la limitatezza dell'attuale versione del nostro classificatore nell'estrazione, dall'attività EEG, d'informazioni sufficienti a differenziare le due classi di eventi, supposto che il rapporto segnale/rumore dell'attività EEG si sia ridotto dopo una sequenza di tre eventi.

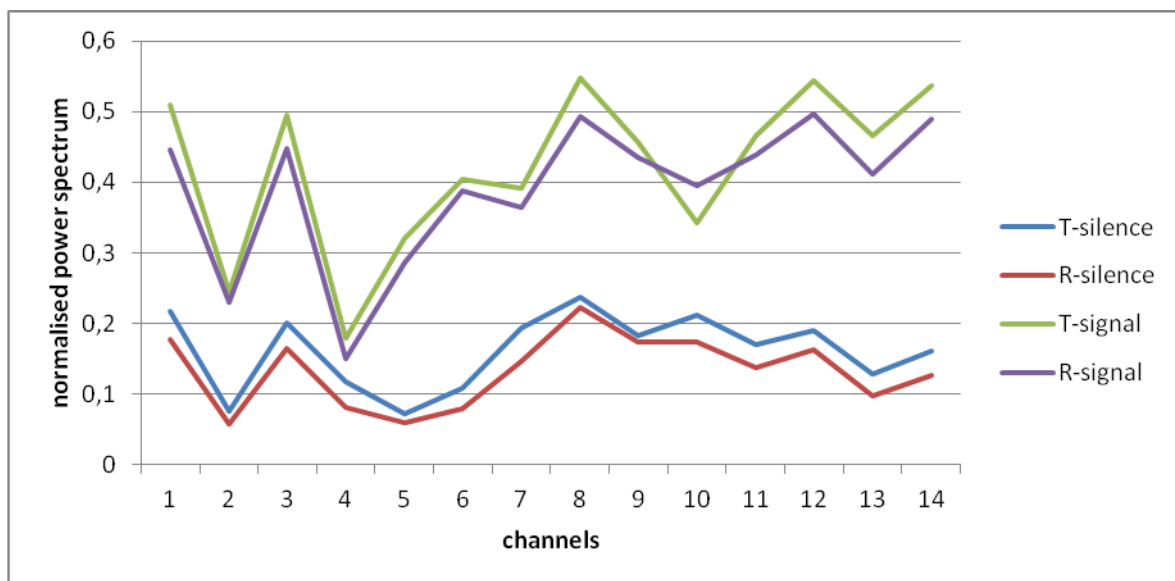


## Correlazioni nello spettro di potenza EEG

I valori  $r$  di correlazione di Pearson con i corrispondenti intervalli di confidenza (CI) al 95 % tra gli eventi di silenzio e di segnale di ciascuna delle 20 coppie di partecipanti, separatamente per le cinque bande di frequenza, sono riportati nella Tavola S1 (vedere MATERIALE SUPPLEMENTARE). I grafici corrispondenti sono disponibili in [http://figshare.com/articles/BBI\\_Confirmatory/1030617](http://figshare.com/articles/BBI_Confirmatory/1030617)

Come esempio di forte correlazione, in Figura 2 sono riportati i valori normalizzati dello spettro di potenza in banda alfa registrati nei quattordici canali dell'attività EEG della coppia 15.

Le correlazioni medie tra le venti coppie - stimate con 5000 ricampionamenti bootstrap - con i corrispondenti intervalli di confidenza calcolati separatamente per gli eventi di silenzio e segnale in ciascuna banda di frequenza EEG, sono riportate nella Tavola 2.



**Figura 2:** Valori normalizzati dello spettro di potenza in banda alfa registrati nei quattordici canali EEG relativi agli eventi di silenzio e segnale nella coppia 15 (T = trasmittente, R = ricevente).

**Tavola 2:** Correlazioni medie, con i corrispondenti intervalli di confidenza, per ciascuna banda di frequenza dell'EEG, riportati separatamente per gli eventi di silenzio e di segnale. Le correlazioni statisticamente significative sono in grassetto.

|                  | DELTA      |                | THETA      |                | ALFA             |                  | BETA       |                | GAMMA           |                |
|------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------------|------------------|------------|----------------|-----------------|----------------|
|                  | silenzio   | <b>segnale</b> | silenzio   | <b>segnale</b> | silenzio         | <b>segnale</b>   | silenzio   | <b>segnale</b> | silenzio        | <b>segnale</b> |
| <b>Correlaz.</b> | 0,05       | 0,12           | 0,11       | 0,05           | <b>0,32</b>      | <b>0,27</b>      | -0,05      | 0,02           | <b>0,23</b>     | 0,12           |
| <b>95% CI</b>    | -0,04÷0,14 | -0,005÷0,23    | -0,01÷0,23 | -0,03÷0,15     | <b>0,18÷0,44</b> | <b>0,13÷0,40</b> | -0,16÷0,05 | -0,09÷0,16     | <b>0,1÷0,37</b> | -0,009÷0,26    |

Come si è osservato nello studio pilota, abbiamo trovato correlazioni attendibili nella banda alfa sia per gli eventi di silenzio sia per quelli di segnale e in banda gamma solamente per quelli di silenzio. Anche nello studio pilota avevamo osservato la correlazione più forte in banda alfa.

14 delle nostre 20 coppie di partecipanti hanno mostrato correlazioni statisticamente significative in almeno una di quelle due bande di frequenza.

## **Discussione generale**

Rispetto allo studio pilota di Tressoldi et al. (2014), in questo studio i membri delle coppie erano distanti approssimativamente 190 Km, la lunghezza della sequenza di eventi era casuale e la durata dei periodi di silenzio e di segnale era ridotta. Comunque la percentuale complessiva di sequenze corrette di eventi e la correlazione tra le bande di frequenza EEG delle coppie di partecipanti osservate in questo studio confermativo sono state quasi identiche a quelle osservate nello studio pilota.

Nello studio pilota la percentuale di identificazione corretta degli eventi era 78% - 95% CI = 72÷87, rispetto al 78,4% - 95% CI = 68,7÷85,7, osservato in questo studio.

Inoltre nello studio pilota la correlazione media stimata con 5000 ricampionamenti bootstrap tra tutte le coppie di dati era 0,58 - 95% CI = 0,46÷0,69 e 0,55 - 95% CI = 0,43÷0,65 in banda alfa rispettivamente per i periodi di silenzio e di segnale, mentre in questo studio confermativo è stata 0,32 - 95% CI = 0,18÷0,44 per gli eventi di silenzio e 0,27 - 95% CI = 0,13÷0,40 per quelli di segnale. Per la banda gamma i valori di correlazione erano 0,36 - 95% CI = 0,24÷0,49 e 0,32 - 95% CI = 0,19÷0,46 rispettivamente per silenzio e segnale nello studio pilota, mentre in questo studio sono 0,23 - 95% CI = 0,10÷0,37 e 0,12; 95% CI = -0,009÷0,26.

Le differenze nella forza della correlazione tra lo studio pilota e questo può essere ben spiegata dalla riduzione alla metà della durata degli eventi di silenzio e di segnale, con un conseguente aumento del rapporto segnale/rumore.

La banda alfa denota attenzione (Klimesch et al.1998; Klimesch, 2012), mentre la banda gamma indica controllo mentale, com'è stato tipicamente osservato durante la meditazione (Lutz et al. 2004; Cahn et al., 2010) e in questo caso esse potrebbero rappresentare un correlato EEG dell'attenzione sincronizzata all'interno delle coppie di partecipanti.

Pensiamo che questi risultati siano prevalentemente dovuti all'innovativo algoritmo di classificazione concepito per questo metodo d'indagine e all'arruolamento dei partecipanti, scelti per la loro amicizia di lunga data e per la loro esperienza nel mantenere la concentrazione mentale sul compito da svolgere.

La caduta delle coincidenze dopo tre segmenti, corrispondenti a circa 5 minuti, potrebbe rappresentare un limite del nostro algoritmo di classificazione nel rivelare le differenze tra silenzio e segnale a causa di un aumento nel rumore elettroencefalografico endogeno ed esogeno correlato alla fatica e alla perdita di concentrazione (connessione mentale) tra i due partner.

Questi risultati sono sufficienti per sostenere l'ipotesi che le menti umane e i rispettivi cervelli possano essere connesse a distanza? Solo repliche multiple e indipendenti possono avallare questa ipotesi sia utilizzando i nostri dati sia dati ricavati con altri partecipanti.

Quali artefatti potrebbero spiegare i nostri risultati? La grande distanza tra i membri delle coppie di partecipanti esclude ogni connessione sensoriale tra di loro.

Le uniche possibilità di connessione artificiale tra le attività EEG nelle coppie di partecipanti potrebbe essere originata da “trigger” sensoriali inviati al/alla partecipante che ha il ruolo di “ricevente” da parte del computer che stava registrando la sua attività EEG. Questa possibilità è stata esclusa dall’adozione di una scelta casuale sia della durata del primo periodo di silenzio sia della lunghezza delle sequenze d’eventi, decisa soltanto dal computer connesso con l’attività EEG del partecipante col ruolo di “trasmittente” e a tali calcoli non era associato alcun evento acustico o visivo.

Un’altra eventuale causa di artefatti potrebbe derivare dagli assistenti alla ricerca che gestivano i computer connessi con l’attività EEG dei due partecipanti. In questo caso l’unica possibilità di sincronizzazione dell’elettroencefalogramma dei due partecipanti avrebbe potuto realizzarsi se l’assistente alla ricerca che si era occupato di rendere casuale il tipo di sequenza degli eventi avesse inviato tale informazione all’assistente alla ricerca del “ricevente”, il quale avesse a sua volta inviato segnali uditivi per influenzare l’attività EEG del “ricevente”. Tutti i nostri assistenti alla ricerca facevano parte del team di ricercatori e questa possibilità può essere esclusa con certezza.

I nostri risultati potrebbero essere semplicemente artefatti prodotti dal software che abbiamo utilizzato per analizzare i dati? Questo è un problema aperto che potrebbe essere risolto utilizzando classificatori diversi e analizzando il software che abbiamo usato per calcolare le correlazioni.

In attesa di ulteriori controlli indipendenti, e di repliche delle nostre risultanze, stiamo progettando di migliorare l’attuale protocollo di stimolazione al fine di supportare un semplice codice di telecomunicazione mentale. Per esempio è sufficiente associare parti dei primi cinque segmenti con un messaggio, come: silenzio-segnale = CHIAMAMI, silenzio-segnale-silenzio = PERICOLO, ecc.

I prossimi passi di questo filone di ricerca sono un’ottimizzazione dell’algoritmo di classificazione al fine di rivelare sequenze più lunghe di eventi ed effettuare l’analisi dei dati in tempo reale.

### **Disponibilità dei dati**

*figshare*: BBI\_Confirmatory, doi:

<http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1030617>

(Tressoldi, 2014a).

### **Reperibilità del software**

- Il software di Classificazione BrainScanner™ utilizzato in questo studio è fornito a richiesta da Pasquale Fedele, email: p.fedele@liquidweb.it.

- Il software specifico, scritto in C++ per Windows 7, utilizzato per gestire la scelta dei protocolli e le temporizzazioni per le registrazioni dell’attività EEG è disponibile, sotto concessione CCBY, da *figshare*: Mind Sync Data Acquisition Software, doi:

<http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1108110>

(Tressoldi, 2014b).

### **Contributo degli autori:**

PT, LP, AF, PC, SM hanno ideato l’esperimento; MB, PF a AA hanno contribuito allo sviluppo del software; PT, LP, AF, PC, SM, DR e FR hanno contribuito alla raccolta dei dati.

### **Riconoscimenti:**

L’inglese è stato riveduto dal Proof Reading Service.

### **Informazioni sulle sovvenzioni:**

Questa ricerca è stata finanziata dalla Bial Foundation (contratto 121/12).

## BIBLIOGRAFIA

- Acunzo, D. J., Evrard, R., & Rabeyron, T. (2013). Anomalous experiences, psi and functional neuroimaging. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:893. doi:10.3389/fnhum.2013.00893
- Bishara A J and Hittner J B (2011), Testing the significance of a correlation with non-normal data: comparison of Pearson, Spearman, transformation, and resampling approaches, *Psychological Methods*, 17, 3, 399-417.
- Cahn, B. R., Delorme, A., & Polich, J. (2010). Occipital gamma activation during Vipassana meditation. *Cognitive Processing*, 11(1), 39-56.
- Chang, C. C., & Lin, C. J. (2011). LIBSVM: a library for support vector machines. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 2(3), 27.
- Cox, T. J. (2008). Scraping sounds and disgusting noises. *Applied Acoustics*, 69(12), 1195-1204.
- Filk, T., & Römer, H. (2011). Generalized quantum theory: Overview and latest developments. *Axiomathes*, 21(2), 211-220.
- Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in cognitive sciences*, 16(12), 606-617.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Russegger, H., Pachinger, T., & Schwaiger, J. (1998). Induced alpha band power changes in the human EEG and attention. *Neuroscience letters*, 244(2), 73-76.
- Lutz, A., Greischar, L. L., Rawlings, N. B., Ricard, M., & Davidson, R. J. (2004). Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(46), 16369-16373.
- Nosek, B.A. (2012). Open Science Collaboration. An open, large-scale, collaborative effort to estimate the reproducibility of psychological science. *Perspectives on Psychological Science*, 7(6): 657–660
- Pais-Vieira, M., Lebedev, M., Kunicki, C., Wang, J., & Nicolelis, M. A. (2013). A Brain-to-Brain Interface for Real-Time Sharing of Sensorimotor Information. *Scientific Reports*, 3. 1319 ,1-10. DOI: 10.1038/srep01319
- Rao, R. and Stocco, A.(2013). Direct Brain-to-Brain Communication in Humans: A Pilot Study. <http://homes.cs.washington.edu/~rao/brain2brain/experiment.html>
- Steinwart, I., & Christmann, A. (2008). *Support vector machines*. Springer.
- Tressoldi, P. E., Pederzoli, L., Caini, P., Fedele, P., Ferrini, A. & Melloni, S. (2014). Brain-to-brain (mind-to-mind) interaction at distance: a pilot study. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2423852>.
- Von Lucadou, W., & Romer, H. (2007). Synchronistic phenomena as entanglement correlations in Generalized Quantum Theory. *Journal of Consciousness Studies*, 14(4), 50-74.
- Wagenmakers EJ, Wetzels R, Borsboom D, et al. (2012). An agenda for purely confirmatory research. *Perspectives on Psychological Science*, 7(6): 632–638.

## MATERIALE SUPPLEMENTARE

**Tavola S1:** Valori di correlazione e intervallo di confidenza al 95 % dell'attività EEG di ciascuna coppia di partecipanti in ogni banda di frequenza EEG e per le due classi di eventi, silenzio e segnale. I valori in grassetto indicano coppie statisticamente significative (quando gli intervalli di confidenza non includono lo zero).

| Coppia<br>↓ | Delta             |                    | Theta            |                  | Alfa               |                  | Beta               |                    | Gamma              |                    |
|-------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|             | silenzio          | segnale            | silenzio         | segnale          | silenzio           | segnale          | silenzio           | segnale            | silenzio           | segnale            |
| <b>1</b>    | 0,04              | 0,29               | 0,25             | <b>0,51</b>      | 0,1                | 0,42             | 0,03               | -0,02              | 0,48               | 0,31               |
|             | -0,56÷0,82        | -0,29÷0,71         | -0,12÷0,63       | <b>0,07÷0,78</b> | -0,69÷0,84         | -0,37÷0,83       | -0,55÷0,72         | -0,54÷0,49         | -0,07÷0,87         | -0,29÷0,73         |
| <b>2</b>    | -0,18             | -0,40              | 0,26             | -0,14            | 0,25               | 0,01             | -0,32              | -0,46              | -0,21              | -0,02              |
|             | -0,78÷0,41        | -0,83÷0,52         | -0,14÷0,67       | -0,47÷0,31       | -0,53÷0,74         | -0,57÷0,66       | -0,65÷0,20         | -0,76÷0,64         | -0,51÷0,20         | -0,51÷0,83         |
| <b>3</b>    | 0,09              | -0,22              | 0,25             | -0,02            | 0,23               | -0,23            | -0,07              | -0,04              | 0,2                | 0,25               |
|             | -0,44÷0,42        | -0,61÷0,39         | -0,47÷0,61       | -0,41÷0,39       | -0,07÷0,65         | -0,66÷0,26       | -0,34÷0,41         | -0,54÷0,65         | -0,19÷0,61         | -0,31÷0,72         |
| <b>4</b>    | -0,14             | <b>-0,57</b>       | <b>0,5</b>       | -0,15            | 0,07               | -0,30            | 0,3                | 0,03               | <b>0,48</b>        | 0,26               |
|             | -0,70÷0,48        | <b>-0,86÷-0,01</b> | <b>0,15÷0,84</b> | -0,36÷0,65       | -0,69÷0,70         | -0,81÷0,35       | -0,35÷0,70         | -0,62÷0,45         | <b>0,04÷0,81</b>   | -0,24÷0,67         |
| <b>5</b>    | 0,007             | 0,64               | 0,01             | 0,33             | 0,04               | 0,53             | 0,14               | 0,47               | <b>0,49</b>        | 0,46               |
|             | -0,65÷0,63        | -0,18÷0,95         | -0,43÷0,70       | -0,19÷0,65       | -0,43÷0,58         | -0,17÷0,90       | -0,35÷0,60         | -0,58÷0,84         | <b>0,00÷0,77</b>   | -0,11÷0,85         |
| <b>6</b>    | -0,15             | 0,001              | 0,10             | 0,05             | 0,17               | 0,26             | -0,14              | -0,03              | 0,07               | -0,16              |
|             | -0,72÷0,57        | -0,77÷0,72         | -0,36÷0,68       | -0,37÷0,49       | -0,32÷0,72         | -0,36÷0,78       | -0,66÷0,42         | -0,74÷0,58         | -0,47÷0,66         | -0,61÷0,64         |
| <b>7</b>    | 0,11              | 0,13               | 0,07             | -0,23            | 0,45               | 0,13             | 0,28               | 0,21               | <b>0,6</b>         | <b>0,58</b>        |
|             | -0,36÷0,56        | -0,35÷0,79         | -0,57÷0,64       | -0,72÷0,53       | -0,11÷0,75         | -0,30÷0,62       | -0,34÷0,70         | -0,31÷0,67         | <b>0,03÷0,83</b>   | <b>0,16÷0,82</b>   |
| <b>8</b>    | -0,32             | -0,05              | 0,28             | 0,15             | <b>-0,48</b>       | -0,25            | 0,06               | 0,10               | 0,38               | 0,18               |
|             | -0,84÷0,20        | -0,56÷0,55         | -0,37÷0,72       | -0,45÷0,61       | <b>-0,89÷-0,04</b> | -0,71÷0,42       | -0,41÷0,48         | -0,48÷0,75         | -0,31÷0,80         | -0,47÷0,75         |
| <b>9</b>    | 0,38              | 0,14               | -0,10            | -0,15            | <b>0,45</b>        | 0,13             | 0,37               | 0,23               | <b>0,65</b>        | <b>0,6</b>         |
|             | -0,12÷0,79        | -0,49÷0,65         | -0,45÷0,44       | -0,48,0,34       | <b>0,12÷0,85</b>   | -0,35÷-0,64      | -0,18,0,74         | -0,35,0,68         | <b>0,32÷0,86</b>   | <b>0,04÷0,85</b>   |
| <b>10</b>   | 0,34              | 0,33               | -0,23            | -0,07            | <b>0,24</b>        | 0,16             | -0,29              | -0,26              | 0,27               | 0,32               |
|             | -0,45÷0,75        | -0,44÷0,72         | -0,62÷0,50       | -0,52,0,50       | <b>0,004÷0,80</b>  | -0,02÷-0,69      | -0,75,0,25         | -0,69,0,15         | -0,24÷0,66         | -0,23÷0,72         |
| <b>11</b>   | 0,3               | -0,08              | -0,42            | -0,05            | <b>0,84</b>        | <b>0,63</b>      | 0,06               | -0,05              | 0,51               | 0,21               |
|             | -0,09÷0,73        | -0,59÷0,58         | -0,81÷0,11       | -0,67÷0,46       | <b>0,66÷0,93</b>   | <b>0,19÷0,89</b> | -0,65,0,66         | -0,50÷0,36         | -0,56÷0,95         | -0,50÷0,57         |
| <b>12</b>   | -0,06             | -0,006             | -0,03            | -0,13            | <b>0,44</b>        | <b>0,38</b>      | -0,06              | -0,10              | -0,09              | -0,25              |
|             | -0,59÷0,59        | -0,57÷0,68         | -0,22÷0,42       | -0,43÷0,38       | <b>0,14÷0,85</b>   | <b>0,11÷0,85</b> | -0,63÷0,75         | -0,62÷0,79         | -0,38÷0,30         | -0,69÷0,47         |
| <b>13</b>   | 0,00              | 0,36               | -0,09            | -0,11            | 0,22               | <b>0,68</b>      | -0,10              | -0,13              | -0,23              | -0,27              |
|             | -0,67÷0,58        | -0,15÷0,82         | -0,56÷0,39       | -0,59÷0,30       | -0,40÷0,70         | <b>0,33÷0,89</b> | -0,57÷0,68         | -0,65÷0,67         | -0,51÷0,43         | -0,52÷0,01         |
| <b>14</b>   | 0,25              | 0,29               | 0,06             | 0,28             | <b>0,53</b>        | 0,16             | 0,04               | <b>0,70</b>        | 0,26               | 0,45               |
|             | -0,25÷0,62        | -0,18÷0,74         | -0,55÷0,65       | -0,23÷0,66       | <b>0,16÷0,82</b>   | -0,22÷0,62       | -0,35÷0,43         | <b>0,15÷0,89</b>   | -0,42÷0,72         | -0,24÷0,86         |
| <b>15</b>   | 0,18              | 0,32               | 0,14             | 0,06             | <b>0,64</b>        | <b>0,73</b>      | -0,25              | -0,11              | <b>0,25</b>        | -0,002             |
|             | -0,56÷0,66        | -0,38÷0,75         | -0,50÷0,65       | -0,39÷0,49       | <b>0,18÷0,87</b>   | <b>0,46÷0,88</b> | -0,58÷0,31         | -0,64÷0,68         | <b>0,007÷0,71</b>  | -0,40÷0,81         |
| <b>16</b>   | -0,09             | 0,26               | 0,11             | 0,26             | <b>0,38</b>        | 0,27             | -0,36              | 0,08               | <b>-0,35</b>       | <b>-0,37</b>       |
|             | -0,58÷0,37        | -0,26÷0,71         | -0,24÷0,56       | -0,09÷0,68       | <b>0,05÷0,74</b>   | -0,23÷0,68       | -0,79÷0,07         | -0,44÷0,58         | <b>-0,64÷-0,01</b> | <b>-0,65÷-0,06</b> |
| <b>17</b>   | 0,03              | 0,39               | -0,46            | -0,15            | <b>0,69</b>        | <b>0,65</b>      | <b>-0,53</b>       | <b>-0,57</b>       | 0,04               | <b>-0,52</b>       |
|             | -0,49÷0,45        | -0,01÷0,70         | -0,81÷0,17       | -0,67÷0,31       | <b>0,52÷0,84</b>   | <b>0,31÷0,87</b> | <b>-0,83÷-0,11</b> | <b>-0,85÷-0,14</b> | -0,62÷0,50         | <b>-0,74÷-0,27</b> |
| <b>18</b>   | 0,29              | 0,10               | 0,52             | 0,41             | <b>0,62</b>        | <b>0,55</b>      | 0,006              | 0,06               | 0,50               | 0,07               |
|             | -0,30÷0,77        | -0,39÷0,63         | -0,007÷0,94      | -0,09÷0,78       | <b>0,21÷0,86</b>   | <b>0,18÷0,85</b> | -0,40÷-0,44        | -0,39÷0,64         | -0,20÷0,82         | -0,52÷0,63         |
| <b>19</b>   | <b>0,31</b>       | <b>0,34</b>        | <b>0,64</b>      | -0,10            | <b>0,59</b>        | <b>0,52</b>      | 0,28               | 0,51               | 0,68               | 0,54               |
|             | <b>0,006÷0,74</b> | <b>0,07÷0,77</b>   | <b>0,34÷0,83</b> | -0,55÷0,31       | <b>0,26÷0,82</b>   | <b>0,11÷0,87</b> | -0,51÷-0,71        | -0,32÷0,87         | -0,19÷0,91         | -0,35÷0,89         |
| <b>20</b>   | -0,35             | 0,21               | 0,38             | 0,40             | -0,02              | 0,05             | <b>-0,49</b>       | -0,03              | -0,20              | -0,09              |
|             | -0,72÷0,02        | -0,27÷0,70         | -0,21÷0,82       | -0,21÷0,79       | -0,37÷0,39         | -0,51÷0,58       | <b>-0,76÷-0,15</b> | -0,44÷0,34         | -0,68÷0,50         | -0,51÷0,49         |



**Figura S1: Un partecipante con tutti i dispositivi: Cuffia elettroencefalografica Emotiv™ EEG, occhiali-monitor e cuffie audio silenzianti attive.**

## **BIBLIOGRAFIA ADDIZIONALE**

**Un'esauriente indagine riguardante tutti gli studi correlati con questo filone di ricerca ha rivelato la presenza di almeno diciotto lavori dal 1974 ad oggi:**

Ambach, W. (2009). Correlations between the EEGs of two spatially separated subjects—a replication study. *European Journal of Parapsychology*, 23,2, 131-146.

Grinberg-Zylberbaum, J., Delaflor, M., Attie, L., and Goswami, A. (1994). The Einstein-Podolsky-Rosen Paradox in the brain: the transferred potential. *Physics Essays*, 7, 422-427.

Grinberg-Zylberbaum J, Delaflor M, Sanchez ME, Guevara MA. Human communication and the electrophysiological activity of the brain. *Subtle Energies and Energy Medicine*, 1993;3:25–43.

Hearne K. Visually evoked responses and ESP. *Journal of the Society of Psychic Research*, 1977;49:648–657.

Hearne, K. Visually evoked responses and ESP: Failure to replicate previous findings. *Journal of the Society of Psychic Research*, 1981;51: 145–147.

Hinterberger, T., Studer, P., Jäger, M., and Walach, H., (in press). "Event-related correlations between brain electrical activities of separated human participants", *International Journal of Neuroscience*.

Kittenis M, Caryl P, Stevens P. Distant psychophysiological interaction effects between related and unrelated participants, Proceedings of the Parapsychological Association Convention, Vienna, Austria, August 5–8, 2004:67–76.

Moulton S. T., Kosslyn S. M. (2008). Using neuroimaging to resolve the psi debate. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 182–192.10.1162/jocn.2008.20009

Parker, A., & Jensen, C. (2013). Further Possible Physiological Connectedness Between Identical Twins: The London Study. *EXPLORE: The Journal of Science and Healing*, 9(1), 26-31.

Persinger, M.A. Tsang, E.W. Booth, J.N. Koren, S.A. Enhanced power within a predicted narrow band of theta activity during stimulation of another by circumcerebral weak magnetic fields after weekly spatial proximity: evidence for macroscopic entanglement?. *Neuroquantology*, 6 (2008) 7–21.

Persinger, M. A., Saroka, K. S., Lavalley, C. F., Booth, J. N., Hunter, M. D., Mulligan, B. P., ... & Gang, N. (2010). Correlated cerebral events between physically and sensory isolated pairs of subjects exposed to yoked circumcerebral magnetic fields. *Neuroscience Letters*, 486(3), 231-234.

Radin, D. I., (2004). Event-related electroencephalographic correlations between isolated human subjects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10, 315-323.

Richards, T. L., Kozak, L., Johnson, L. C., & Standish, L. J. (2005). Replicable functional magnetic resonance imaging evidence of correlated brain signals between physically and sensory isolated subjects. *Journal of Alternative & Complementary Medicine: Research on Paradigm, Practice, and Policy*, 11(6), 955-963.

Standish, L. J., Johnson, L. C., Kozak, L., & Richards, T. (2003). Evidence of correlated functional magnetic resonance imaging signals between distant human brains. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 9(1), 128-128.

Standish, L. J., Kozak, L., Johnson, L. C., and Richards, T. (2004). Electroencephalographic evidence of correlated event-related signals between the brains of spatially and sensory isolated human subjects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10, 307-314.

Venkatasubramanian G., Jayakumar P. N., Nagendra H. R., Nagaraja D. R. D., Gangadhar B. N. (2008). Investigating paranormal phenomena: functional brain imaging of telepathy. *International Journal of Yoga*, 1, 66–71.10.4103/0973-6131.43543

Wackermann, J., Seiter, C., Keibel, H., and Walach, H. (2003). Correlations between brain electrical activities of two spatially separated human subjects. *Neuroscience Letters*, 336, 60-64.

Wackermann, J., Naranjo Muradás, J.R., and Pütz, P. (2004). Event-Related Correlations between Brain Electrical Activities of Separated Human Subjects: Preliminary Results of a Replication Study. Proceedings of the 47th Annual Convention of the Parapsychological Association, 465-468.