



Variazioni tra gli stati di meditazione e di concentrazione: studio di un caso

E.Tura, J. A. Turner, M. Turner, T. Muftuler

Dipartimento di Psichiatria e dei Comportamenti Umani,

Università della California, Irvine, CA, USA

Dipartimento di Biologia, Università di Victoria, Victoria, BC, Canada

Introduzione

La meditazione è uno stato della coscienza che varia in base al tipo di tecnica, alla persona e al tipo di sessione oltre che alla profondità ottenuta. La tradizione che stiamo studiando riconosce livelli differenti di interiorizzazione, che partono dalla concentrazione e l'astinenza sensoriale, e si sviluppano in differenti fasi di meditazione. Ciò rende difficoltosa l'identificazione dei circuiti cerebrali che si prevede vengano usati durante la meditazione. Alcuni studi riportano attivazioni nell'area orbito-frontale, la corteccia pre-frontale, insula, cingolato anteriore, cervelletto, regioni caudate, parietali e temporali (Lazar et al., 2000; Cahn and Polich, 2006). L'obiettivo del nostro studio è stato quello di caratterizzare i circuiti dei differenti livelli di interiorizzazione.

Metodi: lavoro e soggetto

Compito

Al meditante è stato chiesto di sottoporsi a tre differenti procedure meditative. La prima consisteva nella concentrazione sul proprio respiro (concentrazione) per 256 secondi. La seconda consisteva nel meditare su versetti scritti (meditazione visuale). I versetti erano proiettati su uno schermo all'interno dell'fMRI per 2 minuti e la meditazione è durata 10 minuti. L'ultima procedura consisteva nel meditare sull'ascolto di versetti scelti e recitati dal proprio maestro (meditazione uditiva). Le frasi, della durata di un minuto, sono state registrate in precedenza, e ascoltate tramite un sistema auricolare MRI compatibile. La meditazione uditiva è durata 10 minuti come quella visuale.

Soggetto e Scuola

Il meditante è stato selezionato tra circa 200 studenti della scuola Maya di Roma. Circa 30 studenti di questa scuola hanno effetti visibili dopo questo tipo di meditazione. Dopo aver sperimentato un profondo stato di meditazione, sono incapaci di camminare, o muoversi per un periodo che va da 30 minuti a 1 ora. Durante la meditazione, sembrano subire eventi epilettici. Sentono che la meditazione porta loro beneficio. Sono impossibilitati a descrivere la propria esperienza durante il coinvolgimento profondo. Prima di entrare nella fase di coinvolgimento profondo non riportano percezioni sensoriali e non hanno il senso del tempo. Il meditante selezionato è un soggetto sano italiano di 40 anni. Non ha trascorsi di malattie psichiatriche.

Metodi: procedura di scansione e pretrattamento dei dati

Tutte le scansioni MRI sono state eseguite tramite un sistema Phillips Achieva da 3T presso l'Irvine Research Imaging Center della University of California, Irvine. Lo scenario di scansione consisteva di: uno scan localizer necessario per identificare l'asse AC-PC; il software per correggere l'uniformità del campo magnetico e ridurre il ghosting delle immagini nelle acquisizioni EPI; uno scan 3D pesato su T1 (MPRAGE, TI = 1100ms, TR/TE = 11/3.3ms, flip angle = 18, 24 cm FOV, spessore delle slice di 1 mm, per coprire l'intera testa sono necessarie 150 slice, orientamento sagittale; Le scansioni funzionali erano sequenze EPI di treni di impulsi pesate su T2* con slice spesse 3 mm, 1mm di distanza, 2.5 x 2.5mm di risoluzione sul piano, TR/TE = 2000/30ms. Il soggetto ha ripetuto l'intera scansione in cinque differenti giorni.

Metodi: analisi

Gli stadi preliminari includono l'individuazione e correzione dei movimenti del soggetto, la messa registro e la normalizzazione secondo il modello del Montreal Neurological Institute (Montreal Neurological Institute, Montreal, Quebec, Canada) utilizzando un algoritmo automatizzato integrato nel software statistico, e perfezionato con un filtro gaussiano 3D con un FWHM di 8 mm.

Gli stadi preliminari sono stati effettuati con il software SPM5 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm5/>).

Per le analisi è stata utilizzato PLS in versione 5.0803181 (<http://www.rotman-baycrest.on.ca/>). PLS identifica aree del cervello che presentano le stesse attivazioni nello stesso momento (co-variazione) (McIntosh et al, 2004).

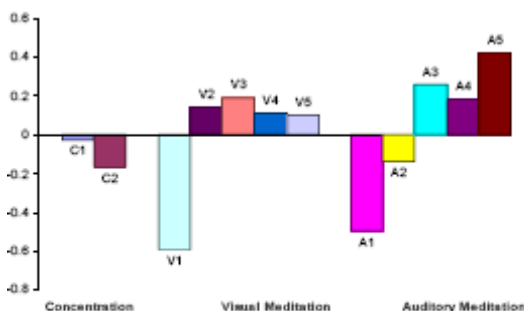
La scomposizione di un singolo valore delle matrici di covarianza all'interno di ogni compito genera tre matrici che esprimono: una singola immagine, un profilo di correlazione e un singolo valore osservato.

- L'immagine singola identifica la distribuzione dei voxel covarianti nel cervello (salienze).
- Il profilo di correlazione è la particolare relazione fra la variazione del segnale BOLD nel cervello e ciascuna condizione.
- I singoli valori osservati esprimono la rilevanza della relazione.

La significatività del singolo valore è determinata mediante campionamento a permutazione, mentre l'affidabilità delle salienze è determinata con il metodo "bootstrap" (McIntosh et al 2004)

Risultati: Concentrazione vs. Visiva vs. Uditiva – tutte le fasi

Figura 1. Prima variabile latente (a) Il profilo di correlazione descrive la correlazione tra i livelli di attivazione e il compito (svolto dal meditante). Ogni intervallo di tempo è di due minuti. Pertanto l'attività di concentrazione consisteva in due intervalli (4 minuti: C1 e C2). La meditazione visiva consisteva in cinque intervalli (10 minuti: V1, V2, V3, V4 e V5). Anche la meditazione uditiva impegna cinque intervalli (10 minuti: A1, A2, A3, A4 e A5)



“Pattern” (di attivazione) molto simili hanno avuto luogo durante la meditazione visiva e uditiva.

La concentrazione presentava “pattern” non correlati (con quelli della meditazione).

Le fasi precoci della meditazione presentavano un'alta correlazione con questi “pattern”.

Risultati: Concentrazione vs. Visiva vs. Uditiva – fasi prima e dopo

Figura 2. Prima variabile latente (a, b) L'immagine singola identifica i voxel (*voxel = l'elemento volumetrico che rappresenta un valore su una griglia regolare in uno spazio tridimensionale*) che co-variano durante lo svolgimento del compito nelle direzioni sagittale ed assiale (con la sinistra sul lato destro come da convenzione radiologica). (b) Il profilo di correlazione descrive la correlazione esistente fra i voxel e il compito. Le aree indicate in giallo nella figura (a) rappresentano le regioni che sono positivamente correlate con il profilo. Nell'analisi della meditazione sia visiva che uditiva, sono stati messi a confronto i primi due minuti (prima fase - A1 e V1) e gli ultimi due minuti (ultima fase - A5 e V5).

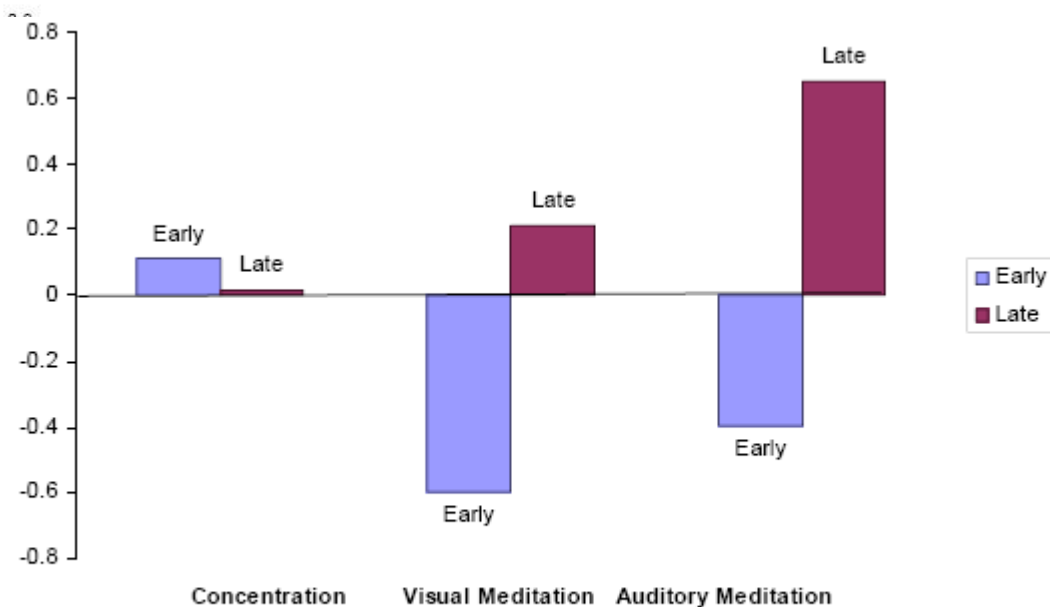
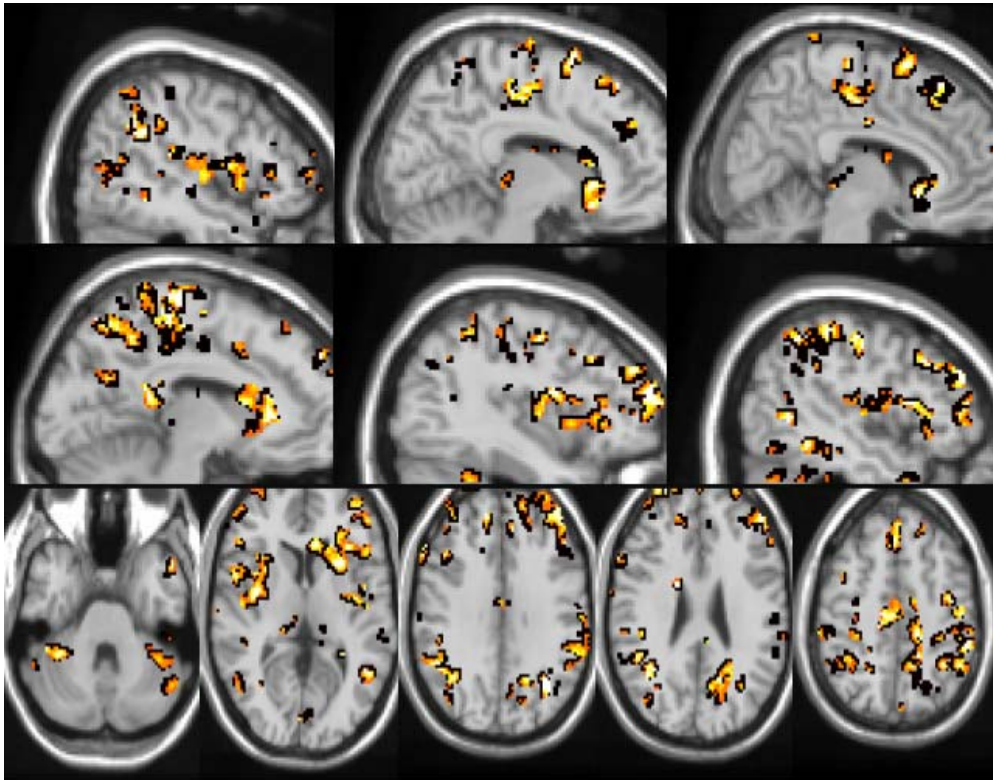


Table 1 (a-e): Significant clusters for Concentration vs Visual meditation vs Auditory Meditation

<i>Frontal Areas</i>	<i>Positive XYZ (cluster) [BSR]</i>
Superior Frontal Gyrus	
BA 8	-4 32 48 (19) [14.7]
BA 9	-8 50 27 (7) [6]
BA 10	-36 70 -5 (324) [30.9]
	26 74 0 (289) [18.5]
BA 11	-28 47 -23 (998) [27.1]
	30 49 -24 (26) [12.1]
Middle Frontal Gyrus	
BA 6	24 -9 32 (25) [17.8]
BA 10	-46 55 5 (456) [60.1]
BA 47	53 54 -14 (38) [13.1]
Medial Frontal Gyrus	
BA 6	10 3 53 (22) [8.1]
	6 -24 58 (6) [7]
BA 8	8 27 41 (90) [19.5]
BA 9	2 42 26 (261) [19.7]
	22 35 30 (3) [10]
BA 10	12 57 6 (65) [11.1]
	-16 49 14 (53) [25.9]
	-6 72 9 (6) [7.4]
Inferior frontal	
BA 9	-42 7 25 (39) [11.8]
BA 10	61 42 -5 (14) [17.9]
BA 44	-50 -1 20 (58) [18.5]
BA 45	61 31 6 (30) [16.1]
BA 46	-55 41 0 (47) [17.6]
	44 33 8 (39) [21]
BA 47	-59 27 -5 (38) [15.9]
	50 40 -15 (15) [7.6]
Precentral Gyrus	
BA 4	24 -23 49 (34) [22.2]
	-18 -23 51 (8) [7.4]
BA 6	34 5 29 (59) [39.4]
Rectal Gyrus	
BA 11	12 36 -22 (120) [46.6]
	-2 28 -27 (47) [17.8]

<i>Limbic Lobe</i>	<i>XYZ (cluster) [BSR]</i>
Cingulate Gyrus	
BA 24	-10 -7 44 (1021) [31.7]
	8 -6 26 (190) [14.9]
	2 -10 10 (55) [20.1]
	8 -6 41 (19) [9.9]
	-4 -4 21 (8) [9.8]
BA 31	18 -41 53 (35) [18.9]
	16 -33 42 (39) [22.8]
	-2 -31 37 (22) [9.2]
BA 32	20 15 38 (136) [23.4]
Anterior Cingulate Gyrus	
BA 24	-10 22 21 (7) [6.4]
BA 25	-2 13 -9 (62) [14.1]
BA 32	12 35 -8 (58) [16.7]
	14 59 13 (8) [6.1]
Perahippocampal Gyrus	
BA 19	40 -48 2 (12) [9.8]
	-42 -43 -5 (14) [8.1]
BA 28	-14 -18 -16 (22) [6.7]
BA 30	-16 -37 -7 (271) [20.9]
BA 34	12 -14 -13 (19) [10.4]
BA 35	30 -20 -19 (19) [7.7]
BA 36	-34 -21 -24 (16) [11]
Insula - BA 13	-40 13 -4 (181) [18.5]
Uncus - BA 20	32 -15 -28 (17) [8.1]

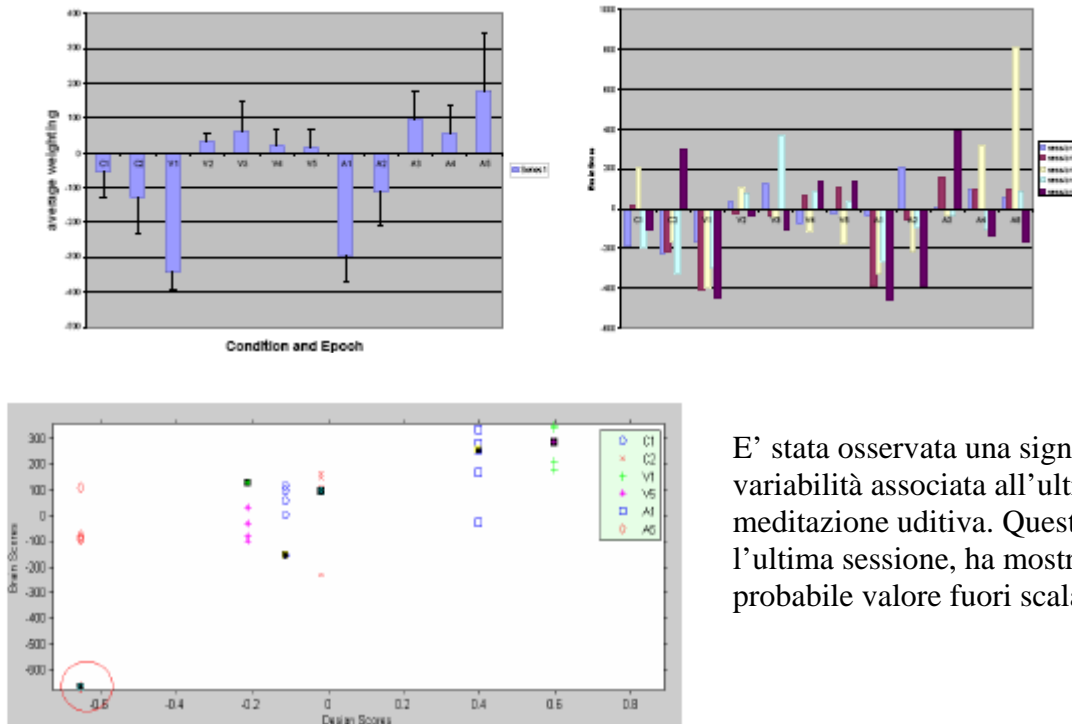
<i>Other Areas</i>	<i>XYZ (cluster) [BSR]</i>
Thalamus	-10 -27 -4 (40) [40.9]
Lentiform Nucleus - Putamen	32 -4 -5 (506) [38.7] 18 14 1 (18) [13.2]
Clastrum	28 -16 23 (35) [13.7] -36 -10 -1 (14) [10.8]
Cerebellum	
Tonsil	-38 -33 -45(84) [9.4] 38 -31 -44 (72) [13.1] -53 -49 -41 (69) [8]
Declive	34 -61 -19 (49) [11.1] -22 -74 -15 (13) [7.7]
Culmen	2 -70 -12 (15) [9.6] -50 -48 -28 (30) [6.1] 44 -44 -23 (15) [7.7] -32 -42 -21 (12) [10.2]
Striatum Caudate Body	-14 5 22 (20) [11.3] 6 4 11 (6) [10.7]
Caudate Tail	38 -42 9 (209) [30.8]

<i>Temporal Lobe</i>	<i>XYZ (cluster) [BSR]</i>
Superior Temporal Gyr.	
BA 22	48 -33 7 (161) [40.3] 48 -16 -4 (58) [11.4] -46 -10 -8 (15) [8.3] -50 -38 13 (10) [6.4]
BA 38	48 17 -11 (145) [15.1] -48 -1 -13 (20) [7.4] -20 20 -36 (9) [6.9]
Middle Temporal Gyr.	
BA 21	-61 12 -28 (38) [13.6] 67 -1 -12 (36) [12.4]
BA 39	40 -60 9 (21) [6.9]
Inferior Temporal Gyr.	
BA 20	-59 -16 -16 (25) [6.3]
Transverse Temporal Gyrus	
BA 41	48 -21 12 (10) [7.4]
Fusiform Gyrus	
BA 20	-50 -30 -25 (75) [26] -61 -25 -27 (74) [12.7] 53 -3 -25 (31) [12.8] 44 -30 -22 (25) [9.6] 57 -40 -23 (14) [6]
BA 37	44 -53 -18 (58) [12] -46 -39 -13 (50) [18.9] 50 -53 -9 (40) [7.8]

<i>Parietal Lobe</i>	<i>Positive XYZ (cluster) [BSR]</i>
Inferior Parietal Lobule	
BA 40	-46 -36 28 (144) [17.6] -38 -29 36 (6) [8.1] -32 -37 40 (5) [5.9]
Precuneus	
BA 7	-14 -40 46 (23) [6.3]
Post-Central Gyrus	
BA 2	40 -32 27 (82) [9.7]
BA 3	61 -14 21 (97) [20]
BA 40	-51 -22 25 (477) [26]
BA 43	63 -7 13 (6) [6.2]

Risultati: Variabilità tra le sessioni

Figura 3 (a-c). a) Media ed errore standard delle ponderazioni per intervalli di tempo, che evidenziano la variabilità tra le sessioni. b) I valori ottenuti per singola sessione.

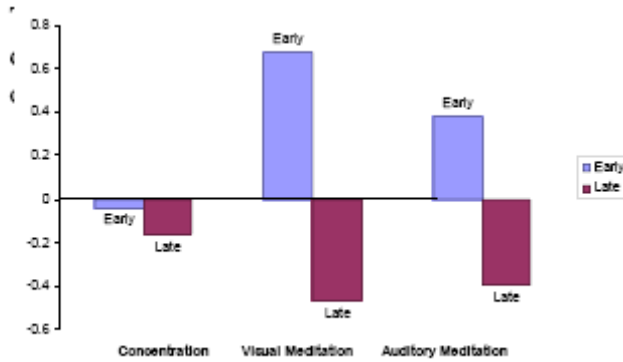


E' stata osservata una significativa variabilità associata all'ultima fase della meditazione uditiva. Questa, durante l'ultima sessione, ha mostrato un probabile valore fuori scala (outlier).

Risultati: Replica su quattro sessioni

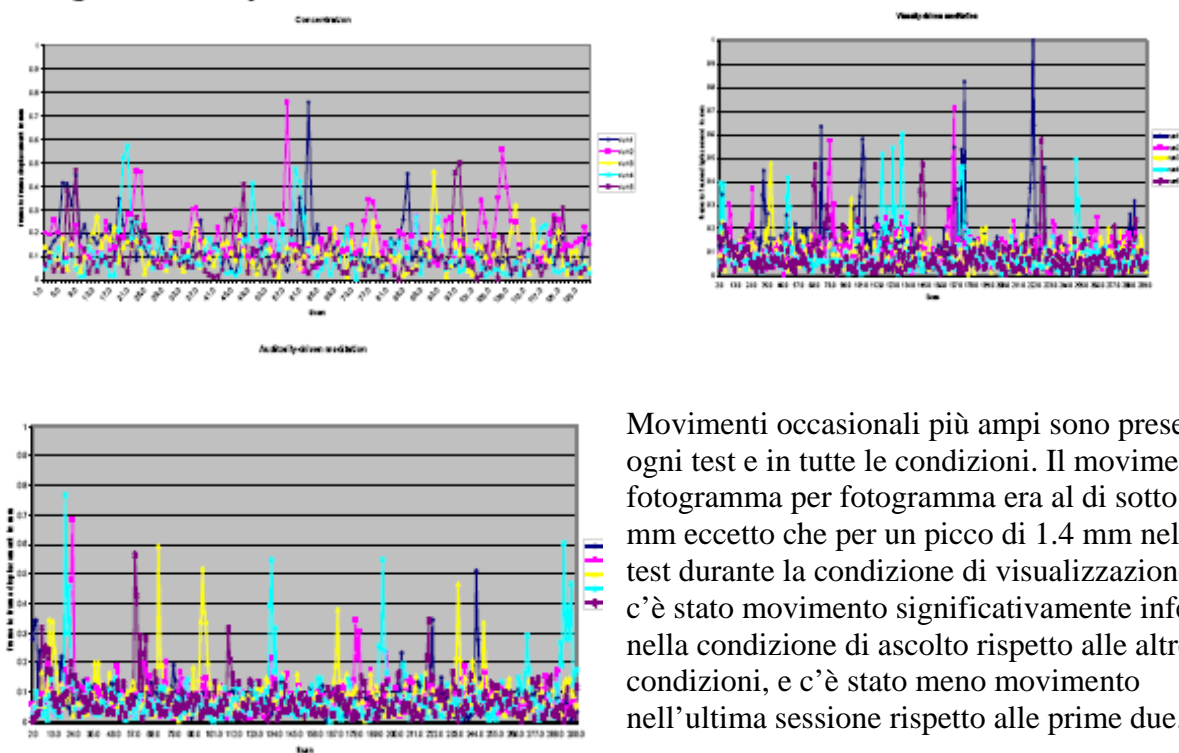
Figura 4. il profilo di correlazione descrive la correlazione tra i voxel e il compito assegnato. Sia per la meditazione visiva che per quella uditiva, sono stati messi a confronto i primi e gli ultimi due minuti.

Le analisi hanno distinto tra le prime e le ultime fasi della meditazione visiva o uditiva. La concentrazione non era correlata con questo “pattern”. Le regioni cerebrali (non mostrate) apparivano molto simili al circuito individuato dalla precedente analisi in tutte le sessioni.



Risultati: movimento

Figura 5. Sintesi dello sfasamento dei fotogrammi per sessione e condizione. (a) Movimento registrato durante la condizione di concentrazione (b). Movimento registrato durante la condizione di meditazione visuale. (c) movimento durante la condizione di meditazione uditiva.



Movimenti occasionali più ampi sono presenti in ogni test e in tutte le condizioni. Il movimento fotogramma per fotogramma era al di sotto di 1 mm eccetto che per un picco di 1.4 mm nel primo test durante la condizione di visualizzazione. Non c'è stato movimento significativamente inferiore nella condizione di ascolto rispetto alle altre condizioni, e c'è stato meno movimento nell'ultima sessione rispetto alle prime due.

Conclusioni

Questo studio mostra ampi “pattern” di attivazione associati con la condizione meditativa nelle aree: pre-frontale, insula, cervelletto, caudato, regioni temporali e parietali. Tali aree sono state precedentemente associate con la meditazione (Lazar et al., 2000, Cahn e Polich 2006).

Lo studio evidenzia che i diversi livelli di interiorizzazione percepiti si possono riflettere in diversi “pattern” (di attivazione) cerebrali. La meditazione basata sui versetti visualizzati e ascoltati appare differente dalla concentrazione. Nella meditazione, la principale differenza è stata osservata tra la prima e l’ultima fase. Le prime fasi (primi due minuti) mostrano differenti livelli di attivazione rispetto alle ultime fasi (ultimi due minuti). Rispetto alla concentrazione, le fasi precoci della meditazione visiva e auditiva mostrano un ampio decremento della media dei segnali BOLD, che aumentavano gradualmente fino a raggiungere valori uguali o leggermente al di sopra dei livelli osservati durante la concentrazione.

Ci può essere un certo livello di variabilità tra le differenti sessioni; le misurazioni insolitamente intense nell’ultima fase di ascolto della terza sessione non trovano riscontro nei livelli di movimento della testa o in altre misurazioni.

I “pattern” di respirazione del soggetto possono essere responsabili di una parte dei “pattern” di coerenza e sono attualmente sotto analisi.

Ringraziamenti:

Desideriamo ringraziare i meditatori e il loro maestro Danilo Speranza dalla scuola Maya

Riferimenti:

Cahn BR, Polich J (2006): Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull* 132:180-211.

Lazar SW, Bush G, Gollub RL, Fricchione GL, Khalsa G, Benson H (2000): Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *Neuroreport* 11:1581-5.

McIntosh AR, Lobaugh NJ. Partial least squares analysis of neuroimaging data: applications and advances. *Neuroimage* 2004; 23 Suppl 1:S250-263