

Neurodynamics inside therapeutic interaction: a case study with simultaneous EEG recording / La neurodinámica en el contexto de la interacción terapéutica: un estudio de caso con una grabación simultánea de EEG

Eugenio Rodríguez, Claudio Martínez, Marcela Díaz, Jorge Flores, Joel Alvarez-Ruf, Carla Crempien, Camila Valdés, Germán Campos, Claudio Artigas, Iván Armijo, Mariane Krause & Alemka Tomicic

To cite this article: Eugenio Rodríguez, Claudio Martínez, Marcela Díaz, Jorge Flores, Joel Alvarez-Ruf, Carla Crempien, Camila Valdés, Germán Campos, Claudio Artigas, Iván Armijo, Mariane Krause & Alemka Tomicic (2018) Neurodynamics inside therapeutic interaction: a case study with simultaneous EEG recording / La neurodinámica en el contexto de la interacción terapéutica: un estudio de caso con una grabación simultánea de EEG, Estudios de Psicología, 39:1, 179-204, DOI: [10.1080/02109395.2017.1407902](https://doi.org/10.1080/02109395.2017.1407902)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/02109395.2017.1407902>



Published online: 16 Jan 2018.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 141



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



Neurodynamics inside therapeutic interaction: a case study with simultaneous EEG recording / *La neurodinámica en el contexto de la interacción terapéutica: un estudio de caso con una grabación simultánea de EEG*

Eugenio Rodríguez^a, Claudio Martínez^b, Marcela Díaz^c, Jorge Flores^a, Joel Alvarez-Ruf^a, Carla Crempien^a, Camila Valdés^a, Germán Campos^a, Claudio Artigas^a, Iván Armijo^d, Mariane Krause^a, and Alemka Tomicic^b

^aPontificia Universidad Católica de Chile, Santiago; ^bUniversidad Diego Portales, Santiago; ^cUniversidad de Chile, Santiago; ^dUniversidad Gabriela Mistral

(Received 1 February 2016; accepted 17 October 2017)

Abstract: Recent research on processes of psychotherapy has focused on the study of patient-therapist regulation. Evidence concerning verbal and nonverbal coordination as predictors of therapeutic alliance and outcome in psychotherapy has been cumulating. These, along with others results in the field of social neuroscience, suggest that behavioural coordination may have neurophysiological correlates, which play a role in the regulatory process in psychotherapy. Here we introduce an observational paradigm and analytic method to assess the joint neurodynamic activity of patient and therapist. Additionally we report results from ongoing psychotherapy sessions. Our work highlights the involvement of brain activity in the psychotherapeutic process and provides novel insights on how psychotherapy works, in order to further the understanding of the embodied characteristic of the therapeutic interaction.

Keywords: psychotherapy; neuroscience; process research; EEG; patient-therapist interaction

Resumen: las investigaciones recientes sobre procesos psicoterapéuticos se han centrado en el estudio de la regulación paciente-terapeuta. Existen cada vez más evidencias que permiten considerar que la coordinación verbal y no verbal son predictores de la alianza terapéutica y el resultado de la psicoterapia. Estos factores junto con otros resultados en el campo de la neurociencia social sugieren que la coordinación conductual puede tener correlatos neurofisiológicos que participan en el proceso regulatorio de la psicoterapia. Introducimos aquí un paradigma observacional y un método analítico, para evaluar la actividad neurodinámica conjunta del paciente y el terapeuta. Además reportamos los resultados de las sesiones de una psicoterapia en curso. Nuestro trabajo destaca la implicación de la actividad cerebral en el

English version: pp. 179–190 / *Versión en español:* pp. 191–202

References / *Referencias:* pp. 202–204

Translated from English / *Traducción del inglés:* Julia Fernández Treviño

Authors' Address / *Correspondencia con los autores:* Alemka Tomicic, Universidad Diego Portales, Santiago. E-mail: alemka.tomicic@mail.udp.cl

proceso psicoterapéutico y ofrece comprensiones novedosas sobre el funcionamiento de la psicoterapia, con el objetivo de promover la comprensión de la característica propia de la interacción terapéutica.

Palabras clave: psicoterapia; neurociencia; investigación de procesos; EEG; interacción paciente-terapeuta

Recently, psychotherapeutic research has focused on the study of patient-therapist mutual regulation. Specifically, evidence indicates that body movement (e.g., Ramseyer & Tschacher, 2014), facial expression (e.g., Benecke, Peham, & Bänninger-Huber, 2005) and mutual regulation throughout discourse (e.g., Martínez, Tomicic, & Medina, 2012) are important in this regard. These results and others from the field of social neuroscience (e.g., Dumas et al., 2010) suggest that behavioural coordination may have neurophysiological correlates that could participate in the regulatory process in psychotherapy.

The present manuscript intends to analyse the *dynamic* relationships between patient and therapist brain activity during psychotherapy. While there is previous literature regarding brain activity and psychotherapy, such research has focused on the outcomes of psychotherapy by assessing patient pre and post brain activity (Zaunmüller, Lutz, & Strauman, 2014). Instead, we consider measures of patient and therapist brain activity during their interactions within the therapeutic session to determine the regulatory processes that may occur within this context. In this paper we present the use of two wireless EEG recording systems in order to assess a psychotherapeutic process in a naturalistic setting. A set of preliminary results of a case study is also presented.

Regulation and coordination in psychotherapy

During interactions, self-regulatory behaviours allow us to achieve self-determination and individual competence; meanwhile, other regulatory behaviours allow us to maintain affiliation and dependency upon others (Beebe, 2006). Holtz (2004) characterizes four qualities of dyadic interactions: (1) the interaction is a continuous process co-constructed moment to moment; (2) it is characterized by the interactive influence of verbal and non-verbal behaviours of the participants; (3) the interaction has rhythmic structure; and (4) it is determined by the process of self-regulation and mutual regulation of the participants. Additionally, while the processes of mutual regulation are not causal, they are predictive, meaning that the behaviour of each participant can be predicted by the behaviour of the other (Beebe, 2006).

The coordination of behaviour in dyadic interactions is not new. At the end of the 1960s, social psychologists started to observe that people mimicked others' accents and speech, propagated their yawning or laughing and imitated corporal positions and mannerisms during their conversations (Cappella & Schreiber, 2006; Chartrand, Cheng, & Jefferis, 2002). Some authors have named these findings 'interpersonal coordination' (Bernieri & Rosenthal, 1991; Cappella & Schreiber, 2006). Bernieri and Rosenthal (1991) propose that interpersonal coordination is the manner in which individuals 'meet each other'. That means that the degree to

which behaviours in an interaction are not random, but rather are structured to allow synchronization in their timings and forms. Variations in the form and the degree of coordination can thus be conceptualized, indicating the interactive regulation process between participants.

Social neuroscience research

A number of paradigms have been developed to study the neural bases of social interactions: (1) the participant observes a recorded social interaction presented in a cartoon or film (Walter et al., 2004); (2) the participant plays an online or table game with an ‘invisible’ partner (Rilling et al., 2002; Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom, & Cohen, 2004); or (3) two participants perform the same action simultaneously (Lindenberger, Li, Gruber, & Müller, 2009). Underlying these various approaches to social neuroscience is the notion that during communication, participants are continuously active and modifying their actions, thus generating mutual adaptations in a coordinated interaction (Dumas et al., 2010). For example, Tognoli, Lagarde, DeGuzman, and Kelso (2007) used dual EEG recording in a sample of eight couples, performing self-paced rhythmic finger movements with and without seeing the partner. Episodes with partner vision generated in-phase and anti-phase motor coordination. Likewise, a neural marker of social coordination, called the Phi-Complex, was detected over the central-right parietal region in the range of 9.5–11.5 Hz in both individuals in each dyad.

Neuroscience and psychotherapy

During the early nineties Eric Kandel (1999) said that psychotherapy, as a type of learning, produces brain changes and also activates different neural networks, associated with long-lasting changes in patients (Etkin, Pittenger, Polan, & Kandel, 2005). The main findings in this line of research have shown that both psychotherapy and drugs produce changes at the level of the basal ganglia, but that psychotherapy additionally produces changes in the limbic system (Martin, Martin, Rai, Richardson, & Royall, 2001). Goldapple et al. (2004), for instance, observed changes in limbic and cortical functioning following Cognitive Behavioural Therapy (CBT) similar to changes identified following antidepressant treatments. Also, various electroencephalographic markers, including EEG connectivity measures, sleep-related parameters and evoked potentials, have been successfully used to distinguish the response to psychotherapy between control subjects and depressive patients (Loehr, Kourtis, Vesper, Sebanz, & Knoblich, 2013). Taken together, these findings indicate that psychotherapy produces top-down neurobiological changes.

Neural activity, EEG and psychotherapy

Despite the fact that EEG constitutes a cost-effective approach providing excellent temporal resolution to detect neural changes, very few studies in the field of psychotherapy have been performed using this technique (Zaunmüller et al., 2014).

Nevertheless, in some ERP studies, a late positive potential (LPP) related to cognitive emotion regulation strategies in healthy subjects has been identified (Hajcak, MacNamara, & Olvet, 2010). The LPP is an ERP, starting about 300 ms after stimulus onset, and has been related to the emotional intensity or motivational significance of the stimuli (Schupp et al., 2000). An attenuation of the LPP amplitude has been found in centre-parietal regions, when subjects are asked to decrease their feelings in response to unpleasant stimuli, and has been positively correlated with reductions in emotional intensity ratings. (Moser, Hajcak, Bukay, & Simons, 2006; Moser, Kropfing, Dietz, & Simons, 2009). These results suggest that the reduction of the LPP in the centre-parietal regions and its increase in frontal ones could represent an index of suppressed negative effects by top-down processes. (Zaunmüller et al., 2014).

In a second approach focusing on the rhythmic oscillations of brain signals, cognitive reappraisal has been associated with a reduction of frontal alpha band power, indicating that this pre-frontal cortex (PFC) activity might reflect a cognitive regulation process (Parvaz, MacNamara, Goldstein, & Hajcak, 2012). An overview of studies of the interrelations of cerebral cross-frequencies with motivation, emotion and personality by Schutter and Knyazev (2012) showed that increases in delta-alpha cross-frequency coupling have been associated with behavioural inhibition and anxiety as well as being observed during stressful situations. Finally, studies of lateralization, or bias of brain activity towards left or right hemisphere, have introduced four major models of emotional processing, summarized by Demaree, Everhart, Youngstrom, and Harrison (2005). Supporting the *Right Hemisphere* model, EEG and neuroimaging studies have provided evidence that the right hemisphere is specialized in processing facial emotional expressions and the perception of affective prosody. The *Valence Model* says that each hemisphere is specialized for different emotions, with the right hemisphere specializing in negative emotion processing and the left in positive emotion processing (Davidson & Fox, 1982). The *Approach-Withdrawal* model suggests that approach and withdrawal behaviours are processed within the left and the right hemispheres respectively, with positive emotions eliciting approach behaviours and negative emotions eliciting withdrawal. Finally, the model of Behavioural Activation (BAS) and Behavioural Inhibition (BIS) systems has recently found EEG evidence that propensity towards approach emotions (e.g., anger) shows an activation of BAS. Also, an association with altered BAS and BIS strength has been observed in affective disorders related to frontal asymmetry such as depression and mania. The activation of both systems has been associated with left-right frontal hemispheres; BAS is roughly associated with the left hemisphere and BIS with the right hemisphere (Demaree et al., 2005).

Method

Participants

The patient is a 48-year-old woman, public employee, divorced with two children. She has suffered severe recurrent depression since her 30s. Initially, the patient scored 36 points in the Beck's Depression questionnaire (BDI-I), amounting to

severe depression, and 103 points in the Outcome Questionnaire (OQ45.2, Lambert et al., 1996; Von Bergen & De La Parra, 2002). The first time that she became sick was in the second month of pregnancy of her second child. She reports that in the following 18 years of illness, she has gradually evolved into a solitary person and more closed into herself. During the depressive crises, her first feeling is that she has failed, and immediately she thinks about all the things that have gone wrong or the wrong decisions she has taken in her life. Usually she is efficient and truthful in her work, but when the crises occur, about two per year, she has to be out of work activities for long periods because of the medical leave. On several occasions she has had suicidal ideation with the intention of dying, seeking to rest. The therapist is a 53-year-old man, a psychologist with extensive experience as a psychoanalytic psychotherapist.

The treatment has been long-term psychotherapy in a face-to-face setting, one session per week. In addition, the patient has received psychopharmacological treatment in a scheme for affective disorders, mainly with mood stabilizers. Psychotherapy has focused on the labour difficulties of the patient and her ambivalence to make changes in their environment that could favour her well-being. The chronicity of her depressive disorder has left the patient in a state of vulnerability and fragility that sometimes paralyses her, assuming an infantile position and becoming rabid against herself and others. Technically, the psychotherapeutic treatment has followed a standard outline, using interpretations, clarifications and proposals, always following an inter-subjective approach focused on her relations with herself and the world.

The dyad was recorded with a dual-video and dual-EEG paradigm during the psychotherapeutic process. We report data through October 2014, by which time the patient had received 12 weekly sessions of therapy with psychodynamic focus in a context of outpatient treatment. All the treatment has been evaluated by means of session-to-session OQ45.2. The patient's OQ45.2 scores from the first 12 correlative sessions are presented in Figure 1.

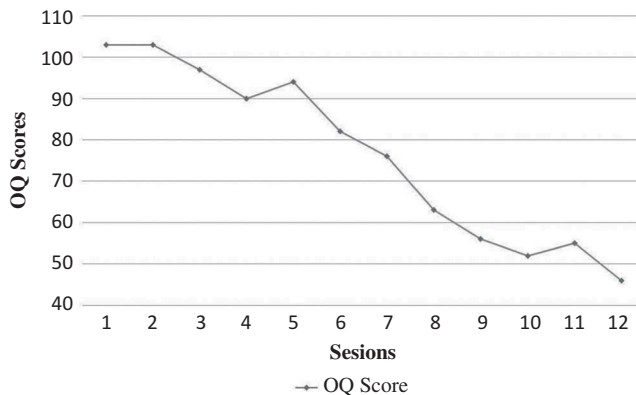


Figure 1. Patient OQ scores session to session.

Procedures

Setting for psychotherapy recording

All sessions took place inside a room with a one-way mirror and have been video and audio recorded for future analysis. Patient and therapist were extensively informed of the aims of the research project before starting therapy, and both consented to video, audio and EEG recordings. Also, both participants provided written informed consent concerning the use of their data for research purposes, and the study was approved by the Institutional Review Board (IRB) of the university as adjusted to the Helsinki declaration. Before starting each therapy session, the patient was asked to enter the therapy room where the therapist was waiting. While the patient fills out the outcome questionnaire (OQ-45.2), two research assistants apply the wireless EEG apparatus to the patient and therapist and verify that each electrode is working properly, using computers situated on the other side of the mirror. In order to respect the naturalistic character of the therapeutic setting, the application and calibration of the EEG device is kept under 10 minutes.

Two of the first 12 sessions were lost (sessions 6 and 7). One of the sessions was lost because only the EEG recording of the therapist was valid, while for the other session both the therapist and patient recordings were invalid. However, neither session differs much from the sessions that precede or follow them in terms of OQ scores or the presence of any special therapeutic situation. The brain activity of each participant is received via Bluetooth by two computers and is independently recorded. The resulting raw EEG data are saved for later analyses.

Signal acquisition recording

Online patient and therapist brain activity (electroencephalogram — EEG) were recorded using a portable wireless system with 14 channels, Emotiv EPOC (see: <https://emotiv.com/epoc.php>), arranged following the international 10–20 system (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4) plus two references (P3 and P4). The signals were sampled at 128 Hz, with a resolution of 14 bits and a bandwidth of 0.2–45Hz and a digital notch filter at 50 Hz. The data were sent to each computer via Bluetooth.

Signal processing and analysis

All the signal analyses were performed using the software EEGLabV13, freely available at <http://sccn.ucsd.edu/eeglab/> and Matlab (mathworks.com). Artifact rejection was done by first performing a visual inspection of the data in order to manually reject gross artifacts within 5,000 ms successive windows. As the recording setting produced an electrical noise, the first and last five minutes of the recording session were disregarded. Subsequently, we performed an independent component analysis (ICA) to detect and isolate stereotypical artifacts (such as eye movements, heart activity and other non-brain sources). The O2 electrode was systematically rejected due to several artifacts and persistent noise. After the

removal of the noisy components, we performed a frequency analysis focusing on Theta (4–7 Hz), Alpha (8–12 Hz) and Beta (13–30 Hz) bands. Spectral power was then averaged over the entire session for each frequency band and comparisons were drawn between frontal and occipital electrodes and between right and left electrodes. An index of frontal activity was computed as follows: Frontal Index (*FI*) = activity of frontal electrodes/activity of all electrodes. This index varies between 0 and 1, with values being larger than .5 if activity is predominantly frontal and smaller than .5 if it is predominantly occipital. A similar index was computed to assess lateralization of activity as follows: Lateralization Index (*LI*) = activity of left electrodes/activity of all electrodes. This index also varies between 0 and 1, with values larger than .5 indicating larger activity over left electrodes while values smaller than .5 indicate a predominantly right activity. These values were computed for each of the 10 therapeutic sessions for both patient and therapist.

Results

As shown in Table 1 and Figures 4 and 5, brain activity of both the patient and the therapist showed a tendency to frontal activity and a lateralization bias towards the left hemisphere. Also, the graphs (Figures 4 and 5) show that frontal brain activity of patient and therapist become progressively more similar between sessions five and nine. Meanwhile, the level of lateralization of the brain activity presents less-consistent patterns of similarity and differences. In contrast, it seems that session five is the one with the maximum differences between patient and therapist in all the observed frequency bands (Figure 6).

Next, we analysed these patterns statistically. Comparison of the mean correlations for each frequency band between patient and therapist shows non-significant correlations for: frontal brain activity in alpha band ($r = -.41, p = .23; d = 0.21, t(9) = .34, p = .74$), beta band ($r = -.04, p = .89; d = 0.03, t(9) = 0.58, p = .57$) and theta band ($r = -.26, p = .46; d = 0.004, t(9) = 0.07, p = .943$), as well as the lateralization index alpha band ($r = -.28, p = .433; d = 0.006, t(9) = 0.13, p = .901$), beta band ($r = -.07, p = .864; d = 0.01, t(9) = 0.47, p = .649$) and theta band ($r = -.55, p = .09; d = -0.01, t(9) = -0.19, p = .856$). However, when the index of absolute differences in frontal brain activity is analysed, we observe

Table 1. Frontal activity and lateralization of brain activity in patient and therapist by each frequency band.

		Theta		Alpha		Beta	
		<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>
Patient	Frontal Activity	0.6360	0.08727	0.5876	0.11090	0.5758	0.10119
	Lateralization	0.5297	0.08503	0.5173	0.07422	0.5037	0.04978
Therapist	Frontal Activity	0.6416	0.12745	0.6090	0.12111	0.6018	0.09332
	Lateralization	0.5210	0.10826	0.5230	0.11007	0.5170	0.07753

Table 2. Bivariate correlations for Theta band.

	1	2	3	4	5	6
1. Session	1					
2. Patient Frontal Activity	.294	1				
	.409					
3. Therapist Frontal Activity	.472	-.283	1			
	.168	.429				
4. Patient Lateralization	-.064	.691(*)	-.256	1		
	.861	.027	.475			
5. Therapist Lateralization	.100	-.473	.313	-.560	1	
	.784	.167	.379	.092		
6. OQ Score	-.979(**)	-.331	-.574	.056	-.099	1
	.000	.350	.082	.878	.787	

Note: **Correlation significance at .01 level (bi-lateral); *Correlation significance at .05 level (bi-lateral).

statistical differences for alpha band ($d = 0.161$, $t(9) = 5.27$, $p < .001$), beta band ($d = 0.12$, $t(9) = 5.72$, $p < .001$) and theta band ($d = 0.138$, $t(9) = 4.71$, $p = .001$). We observe similar patterns with the indices of lateralization of the brain activity for alpha band ($d = 0.11$, $t(9) = 4.09$, $p = .002$), beta band ($d = 0.07$, $t(9) = 4.25$, $p = .002$) and theta band ($d = 0.14$, $t(9) = 4.95$, $p < .001$).

For each frequency band, additional Pearson correlations were performed with the following variables: session number; degree of patient's frontal activity; degree of therapist's frontal activity; degree of patient's lateralization; degree of therapist's lateralization; and OQ scores of the patient.

A correlation between the patient's frontal activity and lateralization is observed in the theta band ($r = .691$) (see Table 2), such that more frontal activity in the patient brain activity is associated with left lateralization of such activity. In the case of the alpha and beta bands, an inverse correlation was observed between OQ score in the patient and frontal activity of therapist brain ($r = -.710$ and $r = -.728$) (see Tables 3 and 4). Additionally, a direct correlation was observed between the therapist's frontal activity in the beta band and the session number ($r = .674$). That is, as the therapy evolves the therapist has increasing amounts of frontal activity (see Table 4, Figures 2 and 3).

Discussion

The observation of patient and therapist neural activity presented in this paper shows an innovation in the area of psychotherapy research by integrating the experimental settings from traditional neuroscience and the process-research designs focusing on naturalistic therapeutic activity. Our preliminary analyses and results suggest that this enterprise can produce relevant observations and insights regarding the individual and joint brain activity underlying the regulatory processes during psychotherapeutic interactions.

Table 3. Bivariate correlations for Alpha band.

	1	2	3	4	5	6
1.Session	1					
2.Patient Frontal Activity	-.048	1				
	.895					
3.Therapist Frontal Activity	.612	-.422	1			
	.060	.224				
4.Patient Lateralization	-.225	.535	-.301	1		
	.532	.111	.397			
5.Therapist Lateralization	.138	-.114	.425	-.271	1	-.148
	.704	.753	.221	.449		.684
6.OQ Score	-.979(**)	.091	-.710(*)	.236	-.148	1
	.000	.802	.022	.511	.684	

Note: **Correlation significance at .01 level (bi-lateral); *Correlation significance at .05 level (bi-lateral).

Table 4. Bivariate correlations for Beta band.

	1	2	3	4	5	6
1.Session	1					
2.Patient Frontal Activity	.143	1				
	.693					
3.Therapist Frontal Activity	.674(*)	-.062	1			
	.033	.865				
4. Patient Lateralization	-.272	.262	-.264	1		
	.448	.465	.461			
5. Therapist Lateralization	-.114	.007	.354	-.024	1	
	.754	.985	.315	.948		
6. OQ Score	-.979(**)	-.117	-.728(*)	.231	.151	1
	.000	.747	.017	.521	.676	

Note: **Correlation significance at .01 level (bi-lateral); *Correlation significance at .05 level (bi-lateral).

Because our goal was to study psychotherapy in the most naturalistic way possible, one of the most difficult issues was obtaining high-quality brain signal recordings and developing processes to clean them. In contrast to an experimental setting, we could not ask the patient nor the therapist to wait patiently for the electrodes to be perfectly applied, to stay as still as possible without moving or touching their heads. Despite these circumstances we have succeeded in detecting the signal components.

It is necessary to highlight that the preliminary results presented here are only exploratory. Their value is that (a) they show that simultaneous EEG can be recorded under naturalistic conditions producing suitable data, and (b) that these data are interesting from the perspective of psychotherapy research, specifically considering dynamic mutual regulation. These data thus allow us to start

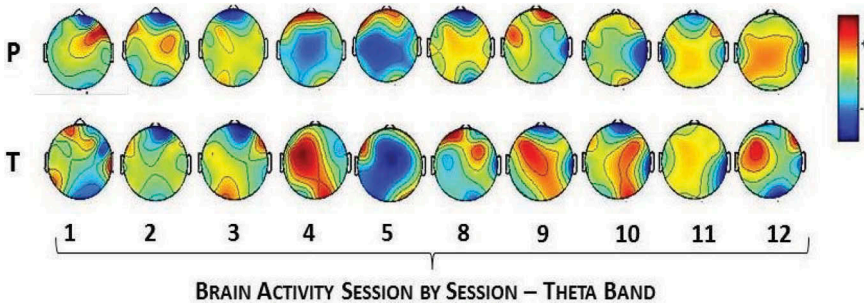


Figure 2. Brain activity session by session for the patient and therapist.

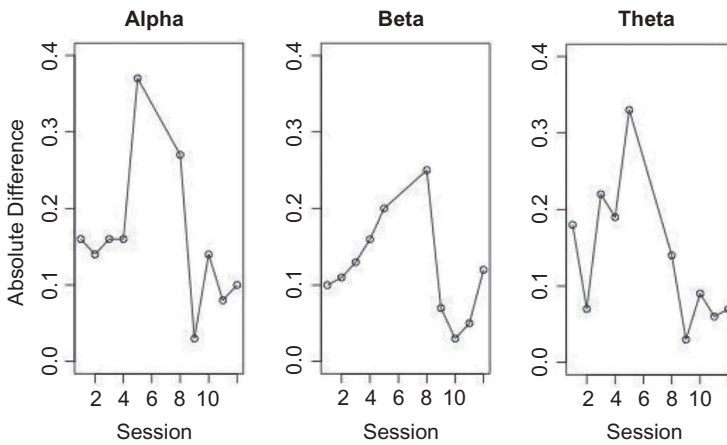


Figure 3. Absolute differences of patient and therapist's frontal brain activity session by session.

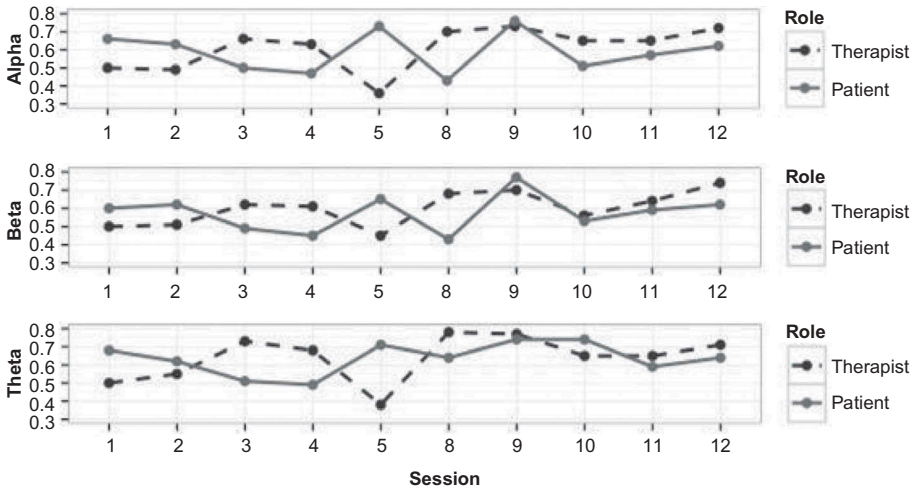


Figure 4. Mean patient and therapist frontal brain activity session by session.

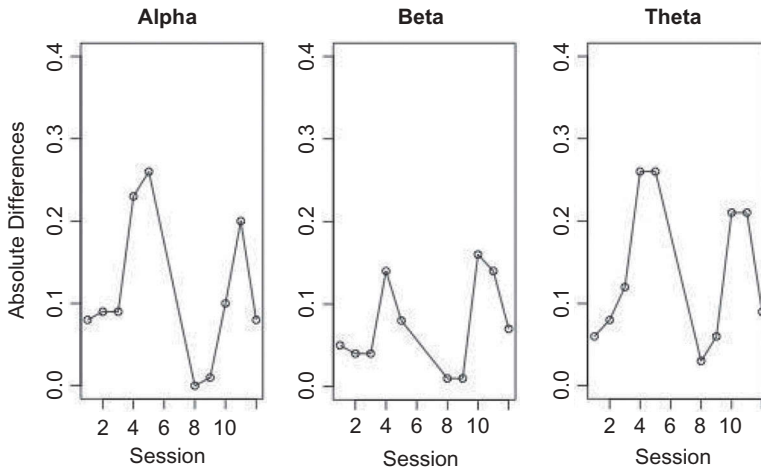


Figure 5. Absolute differences of patient and therapist’s left brain activity session by session.

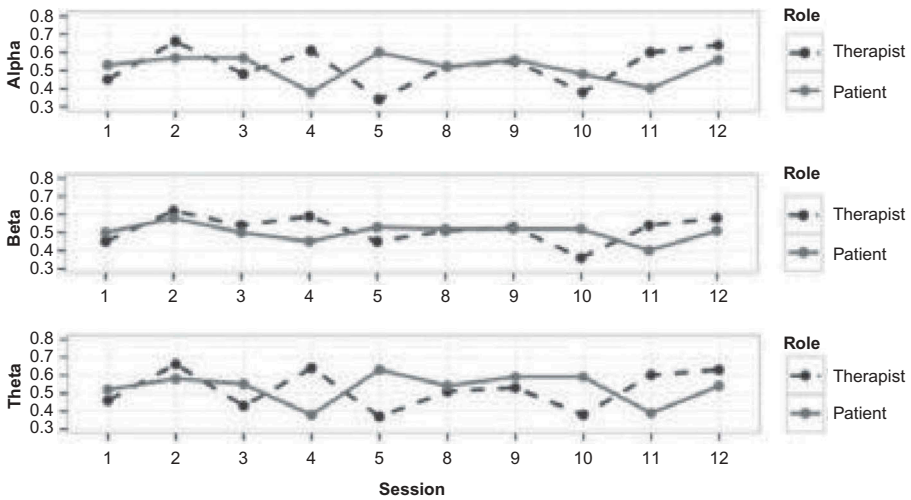


Figure 6. Mean patient and therapist left brain activity session by session.

developing initial hypotheses about whether it would be possible to observe patient-therapist neural coordination or whether it is possible to find neural markers of therapeutic change.

The correlation analysis showed an association between a decrease in patient symptoms and an increase in therapist frontal activity in both alpha and beta bands, and an association between therapist frontal activity in the beta band and therapy evolution. This is in good agreement with studies in social neuroscience involving simultaneous EEG recordings showing that increased alpha and beta activity in the medial-prefrontal cortex during diadic interactions associates with prediction of other behaviours (Astolfi et al., 2011; Babiloni et al., 2007; Dumas

et al., 2010). It is likely that as therapy proceeds the therapist will get better at predicting the patient's reactions to interventions, thus explaining the increased frontal activity of the therapist and decreased symptomatology of the patient. Furthermore, Alpha and Beta bands have been linked to cognitive processes integrating new information (Geerligs & Akyürek, 2012; Klimesch, 2012) and imagery (Hari, Salmelin, Mäkelä, Salenius, & Helle, 1997). Meanwhile, the beta band has been linked with the perception of a stable stimulus and the possibility of predicting stimulus behaviour (Engel & Fries, 2010). On the other hand, increases in frontal activity have been linked to the dominance of executive functions (e.g., Miller & Cohen, 2001). Therefore, it can be hypothesized that to the extent that the patient has fewer symptoms, the clinician focuses more on reflective activities and less on emotionally contentious activities.

The aforementioned interpretations of our preliminary results suffer from the difficulty of transposing the findings of cognitive neuroscience, produced in experimental contexts, to the interpretation of brain activity of individuals in the context of a 'real' psychotherapy practice. Are these results specific to a therapeutic interaction, or would they appear on any cooperative dyadic interaction? We do not have a direct answer to this question, but the works cited above suggest that these would rather be general correlates of human collaborative interactions. To settle the issue, more studies are needed in order to contribute to the development of a conceptual corpus for a specific neuroscience of the psychotherapy process.

Despite the shortcomings inherent to recording under naturalistic conditions, we believe that this study provides an innovative approach to understanding the dynamic and embodied nature of psychotherapeutic interaction, and therefore contributes to a more up-to-date way of understanding change processes in psychotherapy.

La neurodinámica en el contexto de la interacción terapéutica: un estudio de caso con una grabación simultánea de EEG

Recientemente, la investigación en psicoterapia se ha enfocado en el estudio de la regulación mutua paciente-terapeuta. Específicamente, la evidencia indica que el movimiento corporal (e.g., Ramseyer & Tschacher, 2014), la expresión facial (e.g., Benecke, Peham, & Bänninger-Huber, 2005) y la regulación mutua durante las conversaciones (e.g., Martínez, Tomicic, & Medina, 2012) son importantes a este respecto. Estos resultados y otros obtenidos en el área de la neurociencia social (e.g., Dumas et al., 2010), sugieren que la coordinación conductual puede tener correlatos neurofisiológicos que podrían participar en el proceso regulatorio de la psicoterapia.

El presente manuscrito pretende analizar las relaciones *dinámicas* entre la actividad cerebral del paciente y del terapeuta durante la psicoterapia. Pese a que existe literatura previa sobre la actividad cerebral y la psicoterapia, dicha investigación se ha centrado en los resultados de la psicoterapia mediante la evaluación de la actividad cerebral previa y posterior del paciente (Zaunmüller, Lutz, & Strauman, 2014). En cambio, nosotros consideramos las medidas de la actividad cerebral del paciente y del terapeuta durante sus interacciones en la sesión terapéutica para determinar los procesos regulatorios que pueden tener lugar en este contexto. En este documento presentamos el uso de dos sistemas inalámbricos de grabación de EEG con el fin de evaluar un proceso psicoterapéutico en un marco naturalista. Además presentamos un conjunto de resultados preliminares de un estudio de caso.

Regulación y coordinación en psicoterapia

Durante las interacciones las conductas auto-regulatorias nos permiten alcanzar la autodeterminación y la competencia individual; entre tanto, otras conductas regulatorias nos posibilitan mantener la afiliación y la dependencia de otras personas. (Beebe, 2006). Holtz (2004) caracteriza cuatro cualidades de interacciones diádicas: (1) la interacción es un proceso continuado co-construido momento a momento; (2) se caracteriza por la influencia interactiva de las conductas verbales y no verbales de los participantes; (3) la interacción tiene una estructura rítmica; y (4) está determinada por el proceso de autorregulación y de regulación mutua de los participantes. Asimismo, aunque los procesos de regulación mutua no son causales, son predictivos, lo que significa que la conducta de cada participante puede predecirse por la conducta del otro (Beebe, 2006).

La coordinación de la conducta en las interacciones diádicas no es algo nuevo. Al final de la década de 1960 los psicólogos sociales comenzaron observar que las

personas imitaban el acento y el discurso de otras, reproducían sus bostezos o risas, y copiaban sus posturas corporales y sus gestos durante sus conversaciones (Cappella & Schreiber, 2006; Chartrand, Cheng, & Jefferis, 2002). Algunos autores han denominado a estos hallazgos ‘coordinación interpersonal’ (Bernieri & Rosenthal, 1991; Cappella & Schreiber, 2006). Bernieri y Rosenthal (1991) y plantean que es la forma que tienen los individuos para ‘conocerse’. Esto significa que las conductas en una interacción no son aleatorias sino que están estructuradas para permitir la sincronización de sus ritmos y sus formas. Por tanto, las variaciones en la forma y el grado de coordinación pueden conceptualizarse indicando el proceso de regulación interactiva que existe entre los participantes.

Investigación en neurociencia social

Se han desarrollado una serie de paradigmas para estudiar las bases neuronales de las interacciones sociales: (1) el participante observa una interacción social grabada y presentada como una película normal o de animación (Walter et al., 2004); (2) el participante juega a un juego de mesa u *online* con un contrincante ‘invisible’ (Rilling et al., 2002; Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom, & Cohen, 2004); o (3) dos participantes realizan simultáneamente la misma acción (Lindenberger, Li, Gruber, & Müller, 2009). Bajo estos diversos enfoques para la neurociencia social subyace la noción de que los participantes están continuamente activos y modifican sus acciones durante la comunicación, generando así adaptaciones mutuas en una interacción coordinada (Dumas et al., 2010). Por ejemplo, Tognoli, Lagarde, DeGuzman, y Kelso (2007) utilizaron una grabación dual de EEG en una muestra de ocho parejas que realizaban movimientos rítmicos con los dedos a su propio ritmo, viendo y sin ver a su pareja. Los episodios en lo que se veía a la pareja generaron una coordinación motriz en fase y anti-fase. Del mismo modo, se detectó un marcador neuronal de la coordinación social, denominado Complejo Phi, en la región parietal derecha central, en un rango de 9.5–11.5 Hz en ambos individuos de cada diada.

Neurociencia y psicoterapia

Durante los primeros años de la década de los noventa Eric Kandel (1999) afirmó que la psicoterapia, como un tipo de aprendizaje, produce cambios cerebrales y además activa diferentes redes neuronales asociadas con cambios duraderos en los pacientes (Etkin, Pittenger, Polan, & Kandel, 2005). Los hallazgos principales en esta línea de investigación han demostrado que tanto la psicoterapia como los fármacos producen cambios a nivel de los ganglios basales, pero que además la psicoterapia produce cambios en el sistema límbico (Martin, Martin, Rai, Richardson, & Royall, 2001). Goldapple et al. (2004), por ejemplo, observó cambios en la actividad límbica y cortical después de una Terapia Conductual Cognitiva (TCC) similares a los cambios identificados después de tratamientos antidepressivos. Además, varios marcadores electroencefalográficos, incluyendo medidas de conectividad de EEG, parámetros relacionados con el sueño y potenciales evocados, han sido empleados satisfactoriamente para distinguir la respuesta a

la psicoterapia entre los sujetos control y los pacientes depresivos (Loehr, Kourtis, Vesper, Sebanz, & Knoblich, 2013). En su conjunto, estos hallazgos indican que la psicoterapia produce cambios neurobiológicos descendentes (*top-down*).

Actividad neuronal, EEG y psicoterapia

Pese al hecho de que la EEG constituye un enfoque económico que ofrece una excelente resolución temporal para detectar cambio neuronales, muy pocos estudios en el campo de la psicoterapia se han realizado utilizando esta técnica (Zaunmüller et al., 2014). De cualquier modo, en algunos estudios de PRE (Potenciales Relacionados a Eventos), se identificó un Potencial Tardío Positivo (PTP) relacionado con las estrategias de regulación emocional cognitiva en sujetos sanos (Hajcak, MacNamara, & Olvet, 2010). El PTP es un PRE que comienza alrededor de 300 ms después del inicio del estímulo, y ha sido relacionado con la intensidad emocional o la importancia motivacional del estímulo (Schupp et al., 2000). En las regiones parietales centrales se ha encontrado una atenuación de la amplitud del PTP cuando se solicita a los sujetos que reduzcan sus sentimientos en respuesta a estímulos desagradables, y se ha correlacionado positivamente con reducciones en los índices de intensidad emocional. Moser, Hajcak, Bukay, & Simons, 2006; Moser, Kropfing, Dietz, & Simons, 2009). Estos resultados sugieren que la reducción del PTP en las regiones parietales centrales y su aumento en las regiones frontales podría representar un índice de los efectos negativos suprimidos por los procesos descendentes (*top-down*) (Zaunmüller et al., 2014).

En un segundo enfoque centrado en las oscilaciones rítmicas de las señales cerebrales, la revaloración cognitiva se ha asociado a una reducción de la potencia de la banda alfa frontal, lo que indica que esta actividad de la corteza prefrontal (CPF) podría reflejar un proceso de regulación cognitiva (Parvaz, MacNamara, Goldstein, & Hajcak, 2012)). Un resumen de los estudios de las interrelaciones de las frecuencias cruzadas cerebrales con la motivación, la emoción y la personalidad, realizado por Schutter and Knyazev (2012), mostró que el incremento del acople de las frecuencias cruzadas delta-alfa ha sido asociado a la inhibición conductual y la ansiedad, y también ha sido observado durante situaciones estresantes. Por último, los estudios sobre la lateralización, o la tendencia de la actividad cerebral hacia el hemisferio derecho o izquierdo, han introducido cuatro modelos principales de procesamiento emocional que han sido resumidos por Demaree, Everhart, Youngstrom, y Harrison (2005). El respaldo del modelo del *Hemisferio derecho*, la EEG y los estudios con neuroimágenes han ofrecido pruebas de que el hemisferio derecho está especializado en procesar las expresiones emocionales faciales y la percepción de la prosodia afectiva. El *modelo Valencia* afirma que cada hemisferio está especializado en emociones diferentes; el hemisferio derecho está especializado en el procesamiento de emociones negativas y el izquierdo en el procesamiento de emociones positivas (Davidson & Fox, 1982). El modelo *Acercamiento-Retirada* sugiere que estas dos conductas son procesadas por los hemisferios izquierdo y derecho respectivamente, y que las emociones positivas causan conductas de acercamiento mientras que las negativas provocan la retirada.

Finalmente, los sistemas de los modelos de Activación Conductual (SAC) e Inhibición Conductual (SIC) han descubierto recientemente evidencias a partir de la EEG de que la propensión a las emociones de acercamiento (por ejemplo, la ira) muestra una activación de la SAC. Además, se ha observado una asociación con una fuerza alterada de la SAC y la SIC en trastornos afectivos relacionados con la asimetría frontal, tales como la depresión y la manía. La activación de ambos sistemas se ha asociado a los hemisferios frontales izquierdo-derecho; la SAC se asocia aproximadamente con el hemisferio izquierdo mientras que la SIC se relaciona con el hemisferio derecho (Demaree et al., 2005).

Método

Participantes

La paciente es una mujer de 48 años, empleada pública, divorciada y madre de dos hijos. Sufre una depresión recurrente grave desde que tenía 30 años. Inicialmente la paciente obtuvo 36 puntos en el Cuestionario de Depresión de Beck (CDB-I), lo que corresponde a una depresión grave, y 103 puntos en el Cuestionario de Resultados (CR45.2, Lambert et al., 1996; Von Bergen & De La Parra, 2002). La primera vez que enfermó fue en el segundo mes de embarazo de su segundo hijo. Ella comunica que en los siguientes 18 años de su enfermedad se ha convertido gradualmente en una persona solitaria y encerrada en sí misma. Durante sus crisis depresivas, su primera sensación es de fracaso, e inmediatamente piensa en todas las cosas que han ido mal o en las decisiones erróneas que ha tomado en su vida. Generalmente es una persona honrada y eficaz en su trabajo pero cuando sufre crisis, lo que sucede alrededor de dos veces al año, tiene que ausentarse de sus actividades laborales durante largos períodos debido a las bajas médicas. En diversas ocasiones ha tenido ideas de suicidio con la intención de morir para poder descansar. El terapeuta es un hombre de 53 años, un psicólogo con una amplia experiencia como psicoterapeuta psicoanalista.

El tratamiento ha consistido en una psicoterapia cara a cara a largo plazo con una sesión semanal. Además la paciente ha recibido tratamiento psicofarmacológico para sus trastornos afectivos, principalmente estabilizadores del estado de ánimo. La psicoterapia se ha centrado en las dificultades laborales de la paciente y en su ambivalencia para introducir cambios en su entorno que podrían favorecer su bienestar. La cronicidad de su trastorno depresivo ha dejado a la paciente en un estado de vulnerabilidad y fragilidad que en ocasiones la paraliza, y la lleva a asumir una posición infantil y a sentirse rabiosa consigo misma y los demás. Técnicamente, el tratamiento psicoterapéutico ha seguido un esquema estándar utilizando interpretaciones, aclaraciones y propuestas, siempre ajustado a un enfoque intersubjetivo centrado en las relaciones de la paciente consigo misma y con el mundo.

La diada se grabó con un modelo de video doble y EEG doble durante el proceso psicoterapéutico. Reportamos los datos obtenidos en octubre de 2014; hasta ese momento la paciente había recibido 12 sesiones semanales de terapia con un enfoque psicodinámico en un contexto de tratamiento ambulatorio. El tratamiento en su conjunto fue evaluado por medio de un CR45.2 sesión tras

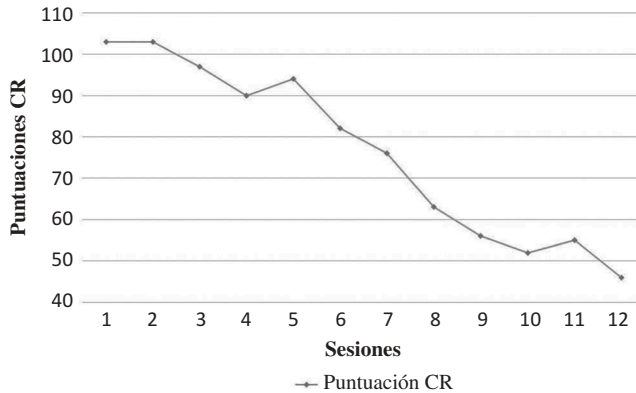


Figura 1. Puntuaciones del Cuestionario de Resultados del paciente sesión a sesión.

sesión. Las puntuaciones del CR45.2 de la paciente de las primeras 12 sesiones correlativas se presentan en la [Figura 1](#).

Procedimientos

Contexto para la grabación de la psicoterapia

Todas las sesiones tuvieron lugar en una habitación con un espejo unidireccional y se grabaron en video y audio para su futuro análisis. La paciente y el terapeuta estaban ampliamente informados de los objetivos del proyecto de investigación antes de iniciar la terapia, y ambos dieron su consentimiento para que se realizaran las grabaciones de video, audio y EEG. Además, los dos participantes dieron su consentimiento por escrito para el uso de sus datos con fines de investigación, y el estudio fue aprobado por el Consejo de Revisión Institucional de la universidad según lo acordado por la declaración de Helsinki. Antes de iniciar cada sesión de terapia se pidió a la paciente que entrara a la consulta donde la aguardaba el terapeuta. Mientras la paciente rellena el Cuestionario de Resultados (CR45.2) dos asistentes de la investigación aplican los dispositivos inalámbricos de EEG a la paciente y al terapeuta, y verifican si cada electrodo funciona correctamente utilizando los ordenadores situados al otro lado del espejo. Con el fin de respetar el carácter naturalista del contexto terapéutico, la aplicación y calibración del dispositivo de EEG se mantiene por debajo de 10 minutos.

Dos de las primeras 12 sesiones se perdieron (sesiones 6 y 7). Una de las sesiones se perdió porque sólo fue válida la grabación EEG del terapeuta; en la otra sesión no fueron válidas las grabaciones del terapeuta ni de la paciente. No obstante, ninguna sesión difiere demasiado de las sesiones que la preceden o suceden en términos de puntuaciones del CR o de la presencia de alguna situación terapéutica especial. La actividad cerebral de cada participante es recibida a través de Bluetooth en dos ordenadores, y se graba de forma independiente. Los datos brutos resultantes de la EEG se guardan para futuros análisis.

Grabación de la adquisición de señales

La actividad cerebral *online* de la paciente y del terapeuta (electroencefalograma; EEG) se grabaron empleando el sistema inalámbrico portátil Emotiv EPOC (ver: <https://emotiv.com/epoc.php>) con 14 canales, organizado de acuerdo con el sistema internacional 10–20 (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4) más dos referencias (P3 y P4). Las señales se muestrearon a 128 Hz, con una resolución de 14 bits y un ancho de banda de 0.2–45 Hz y un filtro de hendidura digital a 50 Hz. Los datos se enviaron a cada ordenador mediante Bluetooth.

Procesamiento y análisis de las señales

Todos los análisis de las señales se realizaron utilizando el software EEGLabV13, que puede descargarse de forma gratuita en <http://sccn.ucsd.edu/eeglab/> y Matlab (mathworks.com). El rechazo de artefactos se realizó realizando primero una inspección visual de los datos con el propósito de descartar manualmente artefactos mayores en ventanas sucesivas de 5000 ms. Como el ajuste de grabación producía un ruido eléctrico no se tuvieron en cuenta los primeros y los últimos cinco minutos de la sesión de grabación. A continuación realizamos un *análisis de componentes independientes* (ACI) para detectar y aislar artefactos estereotípicos (como por ejemplo, movimientos oculares, actividad cardíaca y otras fuentes de actividades no cerebrales). El electrodo O2 fue sistemáticamente rechazado debido a diversos artefactos y a un ruido persistente. Después de eliminar los componentes ruidosos, realizamos un análisis de frecuencia concentrándonos en las bandas Theta (4–7 Hz), Alfa (8–12 Hz), y Beta (13–30 Hz). Posteriormente se calculó la media de potencia espectral para cada banda de frecuencia a lo largo de toda la sesión y se establecieron comparaciones entre los electrodos frontal y occipital, y entre los electrodos derecho e izquierdo. Un índice de la actividad frontal se computó del siguiente modo: Índice Frontal (*IF*) = actividad de los electrodos frontales/actividad de todos los electrodos. Este índice varía entre 0 y 1, con valores que son mayores que .5 si la actividad es predominantemente frontal e inferiores a .5 si es predominantemente occipital. Un índice similar se computó para evaluar la lateralización de la actividad del siguiente modo: Índice de Lateralización (*IL*) = actividad de los electrodos de la izquierda/actividad de todos los electrodos. Este índice también varía entre 0 y 1 con valores superiores a .5, lo que indica una mayor actividad en los electrodos de la izquierda, mientras que los valores inferiores a .5 indican una actividad predominantemente derecha. Estos valores fueron computados para cada una de las 10 sesiones terapéuticas tanto para el paciente como para el terapeuta.

Resultados

Como se muestra en la [Tabla 1](#) y en las [Figuras 4](#) y [5](#), la actividad cerebral del paciente y la del terapeuta mostraron una tendencia a la actividad frontal y un sesgo de lateralización hacia el hemisferio izquierdo. Además, los gráficos ([Figuras 4](#) y [5](#)) muestran que la actividad cerebral frontal del paciente y la del

Tabla 1. Actividad frontal y lateralización de la actividad cerebral del paciente y el terapeuta por cada banda de frecuencia.

		Theta		Alfa		Beta	
		<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>
Paciente	Actividad frontal	0.6360	0.08727	0.5876	0.11090	0.5758	0.10119
		0.5297	0.08503	0.5173	0.07422	0.5037	0.04978
Terapeuta	Actividad frontal	0.6416	0.12745	0.6090	0.12111	0.6018	0.09332
	Lateralización	0.5210	0.10826	0.5230	0.11007	0.5170	0.07753

terapeuta son progresivamente cada más similares entre la quinta y novena sesión. Entretanto, el nivel de lateralización de la actividad cerebral presenta menos patrones consistentes de semejanza y diferencia. En contraste, es aparentemente en la quinta sesión donde se manifiestan las máximas diferencias entre el paciente y el terapeuta en todas las bandas de frecuencia observadas (Figura 6).

A continuación analizamos esos patrones estadísticamente. La comparación de las correlaciones medias para cada banda de frecuencia entre el paciente y el terapeuta muestra correlaciones que no son significativas para: la actividad cerebral frontal en la banda alfa ($r = -.41$, $p = .23$; $d = 0.21$, $t(9) = 0.34$, $p = .74$), en la banda beta ($r = -.04$, $p = .89$; $d = 0.03$, $t(9) = 0.58$, $p = .57$) y en la banda theta ($r = -.26$, $p = .46$; $d = 0.004$, $t(9) = 0.07$, $p = .943$), así como también el índice de lateralización en la banda alfa ($r = -.28$, $p = .433$; $d = 0.006$, $t(9) = 0.13$, $p = .901$), en la banda beta ($r = -.07$, $p = .864$; $d = 0.01$, $t(9) = 0.47$, $p = .649$) y en la banda theta ($r = -.55$, $p = .09$; $d = -0.01$, $t(9) = -0.19$, $p = .856$). No obstante, cuando se analiza el índice de diferencias absolutas en la actividad cerebral frontal, observamos diferencias estadísticas para la banda alfa ($d = 0.161$, $t(9) = 5.27$, $p < .001$), la banda beta ($d = 0.12$, $t(9) = 5.72$, $p < .001$) y la banda theta ($d = 0.138$, $t(9) = 4.71$, $p = .001$). Observamos patrones similares con los índices de lateralización de la actividad cerebral para la banda alfa ($d = 0.11$, $t(9) = 4.09$, $p = .002$), la banda beta ($d = 0.07$, $t(9) = 4.25$, $p = .002$) y la banda theta ($d = 0.14$, $t(9) = 4.95$, $p < .001$).

Para cada banda de frecuencia se realizaron correlaciones Pearson adicionales con las siguientes variables: número de sesión, grado de la actividad frontal del paciente, grado de la actividad frontal del terapeuta, grado de lateralización del paciente, grado de lateralización del terapeuta, y puntuaciones del Cuestionario de Resultados del paciente.

Se observa una correlación entre la actividad frontal y la lateralización del paciente en la banda theta ($r = .691$) (ver Tabla 2) que indica que la actividad más frontal del cerebro del paciente está asociada a la lateralización izquierda de dicha actividad. En el caso de las bandas alfa y beta se observó una correlación inversa entre la puntuación del Cuestionario de Resultados del paciente y la actividad frontal del cerebro del terapeuta ($r = -.710$ y $r = -.728$) (ver Tablas 3 y 4). Además se observó una correlación directa entre la actividad frontal del terapeuta en la banda beta y el número de sesión ($r = .674$). Esto significa que a medida que la terapia progresa, el terapeuta tiene una mayor actividad frontal (ver Tabla 4, Figuras 2 y 3).

Tabla 2. Correlaciones bivariadas para la banda Theta.

	1	2	3	4	5	6
1. Sesión	1					
2. Actividad frontal del paciente	.294	1				
	.409					
3. Actividad frontal del terapeuta	.472	-.283	1			
	.168	.429				
4. Lateralización del paciente	-.064	.691(*)	-.256	1		
	.861	.027	.475			
5. Lateralización del terapeuta	.100	-.473	.313	-.560	1	
	.784	.167	.379	.092		
6. Puntuación del Cuestionario de Resultados	-.979(**)	-.331	-.574	.056	-.099	1
	.000	.350	.082	.878	.787	

Nota: **Importancia de la correlación en el nivel .01 (bilateral); *Importancia de la correlación en el nivel .05 (bilateral).

Tabla 3. Correlaciones bivariadas para la banda Alfa.

	1	2	3	4	5	6
1. Sesión	1					
2. Actividad frontal del paciente	-.048	1				
	.895					
3. Actividad frontal del terapeuta	.612	-.422	1			
	.060	.224				
4. Lateralización del paciente	-.225	.535	-.301	1		
	.532	.111	.397			
5. Lateralización del terapeuta	.138	-.114	.425	-.271	1	-.148
	.704	.753	.221	.449		.684
6. Puntuación del Cuestionario de Resultados	-.979(**)	.091	-.710(*)	.236	-.148	1
	.000	.802	.022	.511	.684	

Nota: **Importancia de la correlación en el nivel .01 (bilateral); *Importancia de la correlación en el nivel .05 (bilateral).

Discusión

La observación de la actividad neuronal del paciente y del terapeuta presentada en este documento muestra una innovación en el área de la investigación en psicoterapia mediante la integración de los marcos experimentales de la neurociencia tradicional y los diseños de investigación de procesos centrados en la actividad terapéutica naturalista. Nuestros análisis y resultados preliminares sugieren que esta iniciativa puede producir observaciones y comprensiones relevantes en relación con la actividad cerebral individual y conjunta que subyace a los procesos regulatorios durante las interacciones psicoterapéuticas.

Tabla 4. Correlaciones bivariadas para la banda Beta.

	1	2	3	4	5	6
1 Sesión	1					
2 Actividad frontal del paciente	.143	1				
3 Actividad frontal del terapeuta	.693	.674(*)	1			
4. Lateralización del paciente	.033	-.062	.865	1		
5. Lateralización del terapeuta	-.272	.262	-.264	.448	1	
6. Puntuación del Cuestionario de Resultados	.114	.007	.354	-.024	.754	1
	-.979(**)	-.117	-.728(*)	.231	.151	.676
	.000	.747	.017	.521	.676	

Nota: **Importancia de la correlación en el nivel .01 (bilateral); *Importancia de la correlación en el nivel .05 (bilateral)

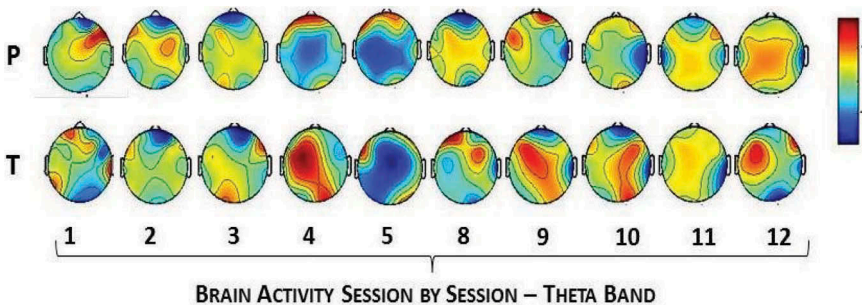


Figura 2. Actividad cerebral del paciente y del terapeuta sesión a sesión.

Nota. El límite es 71 puntos.

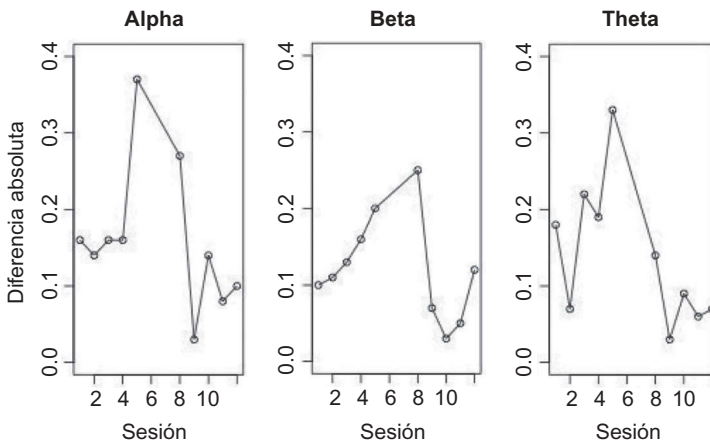


Figura 3. Diferencias absolutas de la actividad cerebral frontal del paciente y del terapeuta sesión por sesión.

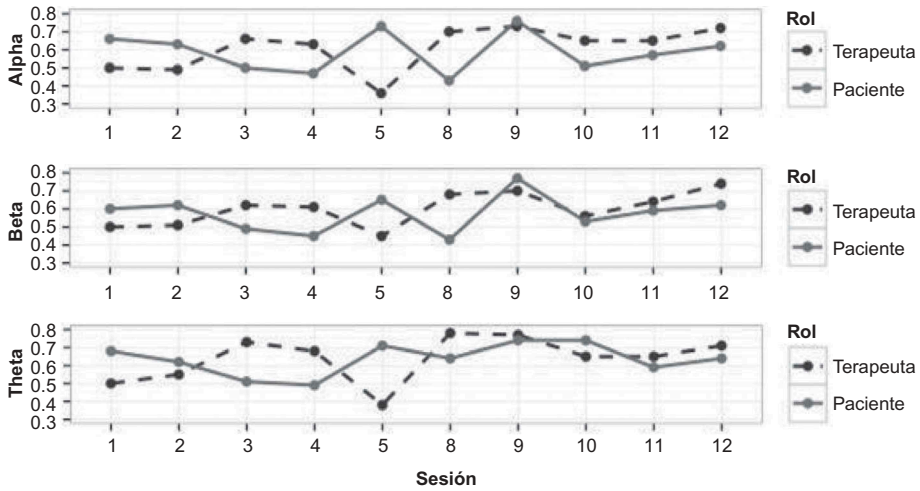


Figura 4. Actividad cerebral frontal media del paciente y del terapeuta sesión por sesión.

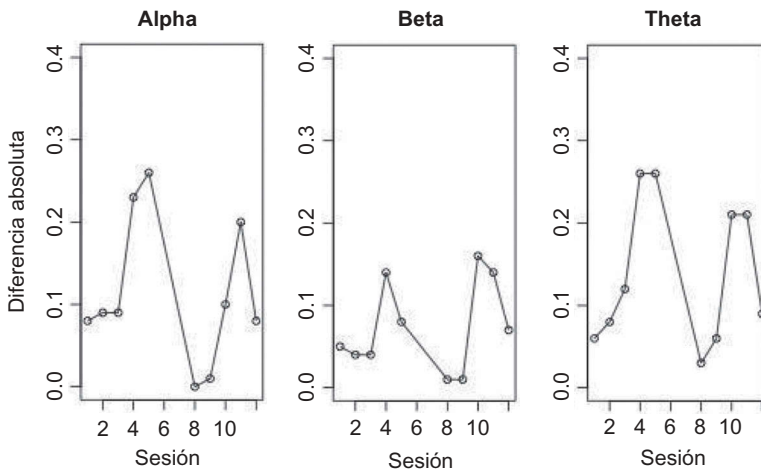


Figura 5. Diferencias absolutas de la actividad cerebral izquierda del paciente y del terapeuta sesión por sesión.

Dado que nuestro objetivo era estudiar la psicoterapia de la forma más naturalista posible, una de las mayores dificultades fue obtener grabaciones de señales cerebrales de alta calidad y desarrollar procesos para limpiarlas. A diferencia de un marco experimental, no teníamos la posibilidad de solicitar al paciente ni al terapeuta que esperaran pacientemente hasta que los electrodos estuvieran perfectamente conectados, que permanecieran lo más quietos posible sin mover la cabeza ni tocarla. A pesar de estas circunstancias conseguimos detectar los componentes de la señales.

Es necesario destacar que los resultados preliminares presentados aquí son únicamente exploratorios. Su valor es que (a) muestran que es posible grabar simultáneamente las dos EEG en condiciones naturalistas obteniendo datos

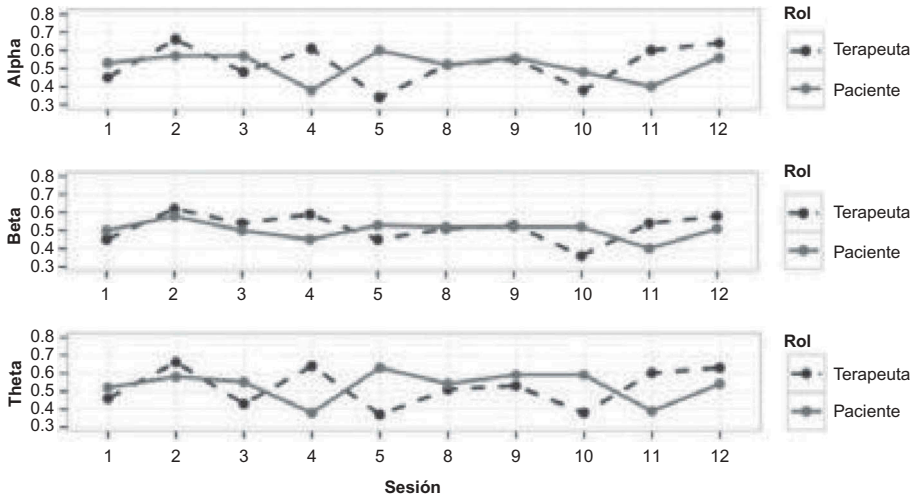


Figura 6. Actividad cerebral izquierda media del paciente y del terapeuta sesión por sesión.

apropiados, y (b) que estos datos son interesantes desde la perspectiva de la investigación en psicoterapia, considerando específicamente la regulación dinámica mutua. Estos datos permiten comenzar a desarrollar hipótesis iniciales sobre la posibilidad de observar la coordinación neuronal paciente-terapeuta o encontrar marcadores neuronales del cambio terapéutico.

El análisis de correlación mostró una asociación entre una disminución de los síntomas del paciente y un aumento de la actividad frontal del terapeuta tanto en la banda alfa como en la beta, y una asociación entre la actividad frontal del terapeuta en la banda beta y en la evolución de la terapia. Esto concuerda con los estudios realizados en neurociencia social que incluyen grabaciones simultáneas de EEG que muestran que una mayor actividad alfa y beta en la corteza medial-prefrontal durante las interacciones diádicas se asocia con la predicción de otras conductas (Astolfi et al., 2011; Babiloni et al., 2007; Dumas et al., 2010). Es probable que a medida que la terapia progresa el terapeuta haga predicciones más acertadas sobre las reacciones del paciente a sus intervenciones, lo que explicaría la mayor actividad frontal del terapeuta y la reducción de los síntomas del paciente. Más aún, las bandas alfa y beta se han asociado a procesos cognitivos que integran nueva información (Geerligts & Akyürek, 2012; Klimesch, 2012) e imágenes (Hari, Salmelin, Mäkelä, Salenius, & Helle, 1997). Entretanto, la banda beta se ha asociado a la percepción de un estímulo estable y a la posibilidad de predecir el comportamiento de los estímulos (Engel & Fries, 2010). Por otra parte, el aumento de la actividad frontal se ha asociado a la dominancia de funciones ejecutivas (es decir, Miller & Cohen, 2001). Por consiguiente, se puede formular la hipótesis de que en la medida en que el paciente tiene menos síntomas, el terapeuta se centra más en las actividades reflexivas y menos en las actuaciones emocionalmente contenciosas.

Las interpretaciones previamente mencionadas de nuestros resultados preliminares adolecen de la dificultad de trasladar los hallazgos de la neurociencia cognitiva,

producidos en contextos experimentales, a la interpretación de la actividad cerebral de individuos en el contexto de una práctica psicoterapéutica ‘real’. ¿Son estos resultados específicos de una interacción terapéutica o se incluirían en una interacción diádica cooperativa? No tenemos una respuesta directa para esta pregunta pero los trabajos citados más arriba sugieren que más bien serían correlatos generales de interacciones humanas colaborativas. Para resolver el problema es necesario realizar más estudios para contribuir al desarrollo de un marco conceptual para una neurociencia específica del proceso psicoterapéutico.

A pesar de las limitaciones inherentes al proceso de grabación en condiciones naturalistas creemos que este estudio ofrece un enfoque innovador para comprender la dinámica y la naturaleza de la interacción psicoterapéutica y, por tanto, contribuye a comprender de una forma más actualizada los procesos de cambio en psicoterapia.

Acknowledgments / Agradecimientos

This study was supported by the Fund for Innovation and Competitiveness (FIC) of the Chilean Ministry of Economy, Development and Tourism, through the Millennium Scientific Initiative, Grant N° IS130005. / *Este estudio fue financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Ministerio de Economía, Desarrollo y Turismo de Chile, a través del Programa Iniciativa Científica Milenio, Beca N° IS130005.*

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors. / *Los autores no han referido ningún potencial conflicto de interés en relación con este artículo.*

ORCID

Claudio Martínez  <http://orcid.org/0000-0001-7866-9124>

References / Referencias

- Astolfi, L., Toppi, J., Fallani, F. D. V., Vecchiato, G., Cincotti, F., Wilke, C. T., ... Babiloni, F. (2011). Imaging the social brain by simultaneous hyperscanning during subject interaction. *IEEE Intelligent Systems*, 26(5), 38. doi:10.1109/MIS.2011.61
- Babiloni, F., Astolfi, L., Cincotti, F., Mattia, D., Tocci, A., Tarantino, A., ... Fallani, F. D. V. (2007, August). Cortical activity and connectivity of human brain during the prisoner's dilemma: An EEG hyperscanning study. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2007. EMBS 2007. 29th Annual International Conference of the IEEE* (pp. 4953–4956). IEEE.
- Beebe, B. (2006). Co-constructing mother-infant distress in face-to-face interactions: Contributions of microanalysis. *Infant Observations*, 9, 151–164. doi:10.1080/13698030600810409
- Benecke, C., Peham, D., & Bänninger-Huber, E. (2005). Nonverbal relationship regulation in psychotherapy. *Psychotherapy Research*, 15, 81–90. doi:10.1080/10503300512331327065
- Bernieri, F. J., & Rosenthal, R. (1991). Interpersonal coordination: Behavior matching and interactional synchrony. In R. S. Feldman & B. Rimé (Eds.), *Studies in emotion &*

- social interaction. Fundamentals of nonverbal behavior* (pp. 401–432). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cappella, J. N., & Schreiber, D. (2006). The interaction management function of non-verbal cues: theory and research about mutual behavioral influence in face-to face settings. In V. Manusov & M. Patterson (Eds.), *The Sage handbook of nonverbal communication* (pp. 381–401). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Chartrand, T. L., Cheng, C. M., & Jefferis, V. E. (2002). You're just a chameleon: The automatic nature and social significance of mimicry. In M. Jarymowicz & R. K. Ohme (Eds.), *Natura automatyzmow (Nature of Automaticity)* (pp. 19–24). Warszawa: IPPAN & SWPS.
- Davidson, R., & Fox, N. (1982). Asymmetrical brain activity discriminates between positive and negative affective stimuli in human infants. *Science*, *218*, 1235–1237. doi:10.1126/science.7146906
- Demaree, H. A., Everhart, E. D., Youngstrom, E. A., & Harrison, D. W. (2005). Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating 'dominance'. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *4*, 3–20.
- Dumas, G., Nadel, J., Soussignan, R., Martinerie, J., Garnero, L., & Lauwereyns, J. (2010). Inter-brain synchronization during social interaction. *PloS One*, *5*, 8. doi:10.1371/journal.pone.0012166
- Engel, A., & Fries, P. (2010). Beta-band oscillations—Signalling the status quo? *Current Opinion in Neurobiology*, *20*, 156–165. doi:10.1016/j.conb.2010.02.015
- Etkin, A., Pittenger, C., Polan, H., & Kandel, E. (2005). Toward a neurobiology of psychotherapy: Basic science and clinical applications. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, *17*, 145–158. doi:10.1176/jnp.17.2.145
- Geerligs, L., & Akyürek, E. G. (2012). Temporal integration depends on increased prestimulus beta band power. *Psychophysiology*, *49*, 1632–1635. doi:10.1111/j.1469-8986.2012.01453.x
- Goldapple, K., Segal, Z., Garson, C., Lau, M., Bieling, P., Kennedy, S., & Mayberg, H. (2004). Modulation of cortical limbic pathways in major depression: Treatment specific effects of cognitive behavior therapy. *Archives of General Psychiatry*, *61*, 34–41. doi:10.1001/archpsyc.61.1.34
- Hajcak, G., MacNamara, A., & Olvet, D. M. (2010). Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: An integrative review. *Developmental Neuropsychology*, *35*, 129–155. doi:10.1080/87565640903526504
- Hari, R., Salmelin, R., Mäkelä, J. P., Salenius, S., & Helle, M. (1997). Magnetoencephalographic cortical rhythms. *International Journal of Psychophysiology*, *26*, 51–62. doi:10.1016/S0167-8760(97)00755-1
- Holtz, P. (2004). *The self- and interactive regulation and coordination of vocal rhythms, interpretive accuracy, and progress in brief psychodynamic psychotherapy* (Doctoral Dissertation. Fielding Graduate Institute. 2003 Dissertation Abstracts International 64, 3526.
- Kandel, E. R. (1999). Biology and the future of psychoanalysis: A new intellectual framework for psychiatry revisited. *American Journal of Psychiatry*, *156*, 505–524.
- Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*, 606–617. doi:10.1016/j.tics.2012.10.007
- Lambert, M. J., Burlingame, G. M., Umphress, V., Hansen, N. B., Vermeersch, D. A., Clouse, G. C., & Yanchar, S. C. (1996). The reliability and validity of the outcome questionnaire. *Clinical Psychology Psychotherapy*, *3*, 249–258. doi:10.1002/(SICI)1099-0879(199612)3:4<249::AID-CPP106>3.0.CO;2-S
- Lindenberger, U., Li, S.-C., Gruber, W., & Müller, V. (2009). Brains swinging in concert: Cortical phase synchronization while playing guitar. *BMC Neuroscience*, *10*, 1. doi:10.1186/1471-2202-10-22

- Loehr, J. D., Kourtis, D., Vesper, C., Sebanz, N., & Knoblich, G. (2013). Monitoring individual and joint action outcomes in duet music performance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *25*, 1049–1061. doi:10.1162/jocn_a_00388
- Martin, S. D., Martin, E., Rai, S. S., Richardson, M. A., & Royall, R. (2001). Brain blood flow changes in depressed patients treated with interpersonal psychotherapy or venlafaxine hydrochloride: Preliminary findings. *Archives of General Psychiatry*, *58*, 641–648. doi:10.1001/archpsyc.58.7.641
- Martínez, C., Tomicic, A., & Medina, L. (2012). Dialogic discourse analysis of psychotherapeutic dialogue: Microanalysis of relevant psychotherapy episodes. *International Journal for Dialogical Science*, *6*(1), 99–121.
- Miller, E., & Cohen, J. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 167–202. doi:10.1146/annurev.neuro.24.1.167
- Moser, J. S., Hajcak, G., Bukay, E., & Simons, R. F. (2006). Intentional modulation of emotional responding to unpleasant pictures: An ERP study. *Psychophysiology*, *43*, 292–296. doi:10.1111/j.1469-8986.2006.00402.x
- Moser, J. S., Kropfing, J. W., Dietz, J., & Simons, R. F. (2009). Electrophysiological correlates of decreasing and increasing emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*, *46*, 17–27. doi:10.1111/j.1469-8986.2008.00721.x
- Parvaz, M. A., MacNamara, A., Goldstein, R. Z., & Hajcak, G. (2012). Event-related induced frontal alpha as a marker of lateral prefrontal cortex activation during cognitive reappraisal. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *12*, 730–740. doi:10.3758/s13415-012-0107-9
- Ramseyer, F., & Tschacher, W. (2014). Nonverbal synchrony of head- and body- movement in psychotherapy: Different signals have different associations with outcome. *Frontiers in Psychology*, *5*. doi:10.3389/fpsyg.2014.00979
- Rilling, J. K., Gutman, D. A., Zeh, T. R., Pagnoni, G., Berns, G. S., & Kilts, C. D. (2002). A neural basis for social cooperation. *Neuron*, *35*, 395–405. doi:10.1016/S0896-6273(02)00755-9
- Rilling, J. K., Sanfey, A. G., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2004). The neural correlates of theory of mind within interpersonal interactions. *Neuroimage*, *22*, 1694–1703. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.04.015
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, *37*, 257–261. doi:10.1111/psyp.2000.37.issue-2
- Schutter, D. J., & Knyazev, G. G. (2012). Cross-frequency coupling of brain oscillations in studying motivation and emotion. *Motivation and Emotion*, *36*, 46–54. doi:10.1007/s11031-011-9237-6
- Tognoli, E., Lagarde, J., DeGuzman, G. C., & Kelso, J. S. (2007). The phi complex as a neuromarker of human social coordination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*, 8190–8195. doi:10.1073/pnas.0611453104
- Von Bergen, A., & De La Parra, G. (2002). OQ-45.2 Cuestionario para Evaluación de Resultados y Evolución en Psicoterapia: Adaptación, Validación e Indicaciones para su Aplicación e Interpretación. *Revista de Terapia Psicológica*, *20*, 161–176.
- Walter, H., Adenzato, M., Ciaramidaro, A., Enrici, I., Pia, L., & Bara, B. (2004). Understanding intentions in social interaction: The role of the anterior paracingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*, 1854–1863. doi:10.1162/0898929042947838
- Zaunmüller, L., Lutz, W., & Strauman, T. J. (2014). Affective impact and electrocortical correlates of a psychotherapeutic microintervention: An ERP study of cognitive restructuring. *Psychotherapy Research*, *24*, 550–564. doi:10.1080/10503307.2013.847986