

Contribuția lobilor frontali la conștiință ca filtru selectiv al judecății raționale/non-raționale

Frontal lobes contribution to conscience, as a rational/non-rational judgment selection filter

Dan M. Psatta¹, Mihaela Matei², Gabriel Burstein³

Rezumat

Raționament: În filogenie, lobii frontali (LFI) reprezintă cel mai înalt nivel de dezvoltare al creierului (au fost ultimii care s-au dezvoltat). Cu toate acestea, funcțiile atribuite acestora de către neurofiziologie (memorie de lucru, emoții, psiho-motricitate) implică, de asemenea, și alte structuri și nu se află în vârful ierarhiei mentale. Scopul acestei lucrări a fost să găsească funcția psihică critică mediată exclusiv de lobii frontali.

Metode: 35 de subiecți (10 normali și 25 patologici) au fost investigați prin EEG, înainte și în timpul executării unor sarcini care implicau judecata rațională și non-rațională/emoțională. Zonele corticale implicate în aceste activități au fost determinate topografic cu ajutorul mapping-ului EEG funcțional de reacție spectrală.

Rezultate: Judecata rațională (explorată prin verificarea semnificației a 15 proverbe) a indus o activare EEG în partea stânga a zonei Wernicke și, în mod tipic, în partea laterală stângă a zonei dorsale prefrontale. Judecata nerațională (emoțională) (explorată prin selecția a zece picturi) a indus o activare EEG în zonele occipitale parietale drepte și mai precis în ambele zone frontale bazale (orbitale). Reacția LFI în cazul sarcinii raționale a fost abolită la subiecții care au dificultăți de judecată, în timp ce zonele posterioare (parietale) de asociere au rămas în mod normal active.

Concluzii: S-a ajuns la concluzia că cele două tipuri de judecată sunt mediate exclusiv de LFI. Conștiința este funcția mentală superioară care acționează ca un filtru cu care se confruntă aceste două mecanisme specifice de selecție, în scopul de a hotărî dacă o acțiune trebuie, sau merită să fie făcută. Astfel, este un lucru cert că erorile de judecată pot să ne modifice deciziile. În acest caz, conexiunile inverse (informațiile de feed-back) cu privire la rezultatul unei acțiuni date, pot fi re-evaluate de către conștiință, fie la nivel emoțional fie la nivel practic.

Cuvinte cheie: lobi frontali, judecată, mapping EEG.

Abstract

Rationale: The Frontal Lobes (FLs) represent the highest level of brain development in phylogeny (they were the last to develop). Nevertheless, the functions ascribed to them by neurophysiology (working memory, emotion, psycho-motricity) also involve other structures and are not at the top of mental hierarchy. The aim of this work was to find the critical psychic function mediated exclusively by the FLs.

Methods: 35 subjects (10 normal and 25 pathologic) were explored by EEG before and during performance of the tasks implicating rational and non-rational/emotional judgment. The cortical areas involved in these tasks were topographically determined by the functional EEG Spectral Reaction Mapping.

Results: The rational judgement (explored by checking 15 proverbs significance) induced an EEG activation in the left Wernicke area and, typically, in the left lateral dorsal prefrontal area. The non-rational (emotional) judgment (explored by a ten paintings selection) induced an EEG activation in the occipital right parietal areas and more specifically in both basal (orbital) frontal areas. The FLs reaction in the rational task was abolished in subjects having judgment difficulties, while posterior (parietal) association areas remained normally active.

Conclusions: It is concluded that both types of judgment are exclusively mediated by the FLs. Conscience is the superior mental function acting like a filter confronting these two particular selection mechanisms, in order to decide whether an action must, may or deserves to be done. Thus, judgment errors may decisively alter our decisions. In this case the feed-back information about the results of the given action may be re-evaluated by Conscience, either in emotional or in practical terms.

Key words: Frontal lobes, Judgement, EEG Mapping.

1. Medic specialist neurologie, Centrul de Neuroștiințe, Spitalul Colentina, București, str. Stefan cel Mare 19-21, România
2. Fizician pentru cercetare gradul II, Centrul de Neuroștiințe, Spitalul Colentina, București, str. Stefan cel Mare 19-21, România
3. Centrul de Neuroștiințe, Spitalul Colentina, București, str. Stefan cel Mare 19-21, România

1. MD neurology, Center for Neurosciences, Colentina Hospital, Bucharest, 19-21 Stefan cel Mare street, Romania.
2. Research physicist IIInd degree, Center for Neurosciences, Colentina Hospital, Bucharest, 19-21 Stefan cel Mare street, Romania.
3. Center for Neurosciences, Colentina Hospital, Bucharest, 19-21 Stefan cel Mare street, Romania.

Cortexul prefrontal atinge cea mai mare dimensiune relativă la om și nu se maturizează complet decât târziu în adolescență (20) (35). Marea majoritate a oamenilor de știință care se ocupă de dilema lobilor frontali (LFI), cazul Phineas Gage, a recunoscut că cortexul frontal reprezintă cel mai înalt nivel din ierarhia corticală a zonelor de mediere a prelucrării mentale a informațiilor. În ciuda acestui fapt comun acceptat, nu există nici un sistem unitar unic pentru descrierea contribuției corespunzătoare a LFI la activitatea psihică/mentală. Am observat că multe dintre funcțiile superioare atribuite lor sunt împărțite în comun cu alte structuri cerebrale semnificative.

Una dintre cele mai importante funcții atribuite lobilor frontali a fost cea de memorie operativă. Mulți autori au raportat că pacienții cu FLI deteriorați au dificultăți în a asigura viabilitatea memoriei pe termen scurt (MTS)/memoriei de lucru și că unii neuroni ai LFI prezintă o ardere persistentă în timpul perioadei de întârziere impusă de sarcină (3-9) (14) (17). Ceea ce majoritatea acestor autori neglijează este că toate sarcinile memoriei de lucru descrise implică o selecție (alegere) dintre mai multe obiective (soluții), o funcție care este complet diferită de MTS. Se pot găsi în schimb deficite importante ale MTS la om și la animalele cu deficiențe la nivelul hipocamp-ului (18) (22). Investigând înregistrările EEG cu electrozi implantați cronic la mamifere am găsit, în plus, că urmele de memorie eliberate prin stimulare cu lumină intermitentă, folosită ca stimul de pregătire (indicator) într-o sarcină de tip „du-te – nu te du” (apropiere - evitare), se dezvoltă exclusiv în circuitele cognitive talamo - corticale (nu în Hipocamp). Noi am asociat modificarea activității electrice din Hipocamp-ul dorsal (de la theta la activitate rapidă), cu deschiderea / închiderea căilor talamice (de activare) specifice și nespecifice (21) (22) .

Oamenii de știință care au investigat consecințele clinice ale leziunilor LFI tind să prezinte anomaliiile comportamentului psihomotor, care separă cele două sindroame canonice (13) (16). Primul sindrom, caracterizat prin pierderea inițiativei și o înclinație spre apatie (orbire emoțională), numit sindromul abulic frontal, a fost asociat cu deteriorarea suprafeței dorsale laterale de LF. Al doilea, numit sindrom dezinhibitor și caracterizat ca „prea multă activitate” (comportament hipomaniacal) a fost asociat cu leziuni orbitale bazale. Această descriere sugerează o segregare între LF de inhibare și funcțiile de excitație. Studiile noastre experimentale (21) (22) au adus dovezi convingătoare că comporta-

mentul psihomotor este mai degrabă încorporat, din nou, în hipocamp. Este adevărat că atât hipocamp-ul dorsal cât și cel ventral au conexiuni anatomice cu zonele LF (19). Calea limbică dorsală care trece prin cingulum merge la cortexul orbital - frontal; calea limbică ventrală străbate Capsula Extremă spre cortex - ul frontal dorsal-lateral. Astfel, sindromul frontal-abulic și cel de hipomaniacal pot fi nu numai o consecință a leziunilor LF corespunzătoare, dar și rezultatul întreruperii acestui raport complex.

Alte simptome întâlnite în mod constant în sindroamele LFI constau în schimbări emoționale, cum ar fi hiperactivitatea emoțională a pacienților cu leziuni orbitale - frontale (încă incapabili de a deduce starea mentală sau emoțională a unei alte persoane) sau lipsa de afectivitate a pacienților cu leziuni ale LF dorsal. Zonele LFI pot modula corelațiile viscerale ale emoțiilor prin conexiunile lor amigdal-hipotalamice (12), ceea ce nu înseamnă, încă o dată, că funcția lor este limitată la expresia emoțională. Contribuția zonelor LFI la activitatea mentală umană ar trebui să depășească acest nivel de funcție automată/executive.

Examinarea tulburărilor psihice care apar la 100 de pacienți cu focare epileptice corticale (24) (28), a dus la concluzia că partea mentală afectată în mod constant în cazul deteriorării LFI este conștiința. Am definit Conștiința ca fiind cel mai înalt nivel al minții, cea care decide dacă o anumită acțiune planificată trebuie să fie, poate fi sau merită să fie făcută. Complexitatea acestei funcții presupune coordonarea unei multitudini de procese ulterioare care intervin în calea acțiunii, cum ar fi judecata, înțelegerea și luarea deciziilor precum și existența unor scale de referință individuale în ceea ce privește valorile umane (morale, sociale, ideale). Am descris trei sindroame psihopatologice în LFI epileptici: a) anxios, paranoic, compulsiv, antisocial în cazul focarelor orbitale de bază; b) agitat, hipomaniacal, cu tulburări cognitive, în cazul unor focare sagitale; c) perseverent și confuz în cazul focarelor dorsal - laterale.

Scopul acestei lucrări este de a verifica în continuare relațiile dintre minte / conștiință și cortexul LF. Ne-am propus să găsim modalități adecvate pentru testarea în exclusivitate a tipurilor de judecată rațională și non-rațională formulate mai sus, prin sarcini care să nu implice memoria sau corelările psihomotorii, în scopul de a demonstra că ele sunt mediate exclusiv de LFI. Așadar, am folosit investigarea prin Mapping EEG, la subiecți normali și patologici, pentru detectarea particularităților activării funcționale a creierului.

Metode

Subiecții: În acest studiu au fost incluși 35 de subiecți, cu vârsta între 18 și 60 de ani, bărbați și femei. Zece dintre ei au fost persoane normale, fără antecedente patologice cerebrale, 25 au prezentat diferite grade de patologie cerebrală, care afectează funcția LFi. Toți au fost dreptaci și au avut cel puțin 12 ani de școlarizare.

Testarea psihologică: Demersul nostru a fost menit să găsească sarcini psihologice care să evite paradigma de memorie de lucru (sarcina întârziată A care era non B cu expunerea anterioară a situației), precum și implicarea răspunsurilor psihomotorii.

Pentru tipul de judecată rațională am utilizat un set de 15 de proverbe care implică un anumit grad de dificultate. De exemplu: "Iadul e pavat cu intenții bune". Subiecții au fost rugați să dea propria lor interpretare acestor proverbe, după zece secunde de gândire. S-a făcut o evaluare a corectitudinii răspunsului, care a fost în cele din urmă transformată într-un scor global.

Pentru testarea judecării emoționale, ne-am bazat în principal pe sentimentele și tendințele personale, ne-am angajat în prezentarea a 10 tablouri, selectate pentru a fi diferite ca structură (culori și stil). Acest tip de judecată subiectivă este cunoscută, de foarte mult timp ("Inima are motivații pe care rațiunea le ignoră"). Subiectul a fost solicitat să observe imaginile simultan timp de un minut, și să aleagă o imagine care i-a plăcut și o imagine pe care o detestă. Sarcina putea oferi unele informații brute despre tendințele de personalitate ale subiectului.

Investigația electrofiziologică: Studiul nostru privind activitatea cerebrală electrică a fost realizată cu ajutorul unei investigații EEG pe 19 de canale (Sistemul Internațional 10-20), cu referire la urechea stângă (impedanța electrozilor aproximativ 5 K ohmi). Subiecții au fost așezați confortabil pe o canapea, într-un mediu liniștit. Înregistrarea EEG a fost realizată în primul rând în repaus, cu ochii închiși, timp de 3 minute. În a doua etapă o înregistrare EEG similară a fost efectuată în timpul uneia din cele două sarcini descrise (Audierea proverbelor cu ochii închiși, inspecția tablourilor cu ochii deschiși). Înregistrarea EEG a fost oprită înainte de a cere subiectului un răspuns la sarcina dată.

Toate prelucrările matematice ulterioare s-au realizat folosind un PC Pentium și propriul nostru program de Mapping EEG (26) (27). Acest pachet software include o mulțime de modificări care permit crearea de hărți EEG caracteristice, atât în condiții de repaus cât și la aplicarea testelor. Principala îmbunătățire pe care

am introdus-o în sistemul nostru de prelucrare a EEG a fost "Filtrarea Derivării Sursei". Cea mai mare problemă în Mapping-ul EEG al înregistrărilor monopolare este contaminarea coplesitoare a traseelor EEG datorate difuziei orizontale existente. Energia totală prezentă într-un țesut biologic este de două feluri: 1) primară, curentul activ, indusă de fluxul ionic între spații intra și extra- celulare, 2). volumul (curentul pasiv), care reprezintă răspunsul dinamic al mediilor. Numai 10 % din acest curent pătrunde direct pe scalp; 90 % din el suferă o difuzie pe orizontală. Procedura noastră de eliminare a volumului realizat de curenți (debluring) s-a bazat pe un model autoregresiv. Din energia electrică activă a fiecărei surse, calculată după analiza Fourier, am extras puterea medie ponderată a 4-5 surse electrice mai apropiate. Odată ce această contaminare este exclusă, se poate găsi adevărata magnitudine a energiei locale. Rezultatele noastre au demonstrat rezoluția bună a unei astfel de investigații. Fiecare sursă cumulează activitatea corticală de suprafață în sursă și activitatea electrică profundă a creierului, proiectată la suprafață pe un vector vertical / radial. O facilitate suplimentară a acestui program permite o respingere completă a artefactelor. Transformarea obținută la traseele EEG prin acest procedeu este prezentată în Fig 1.

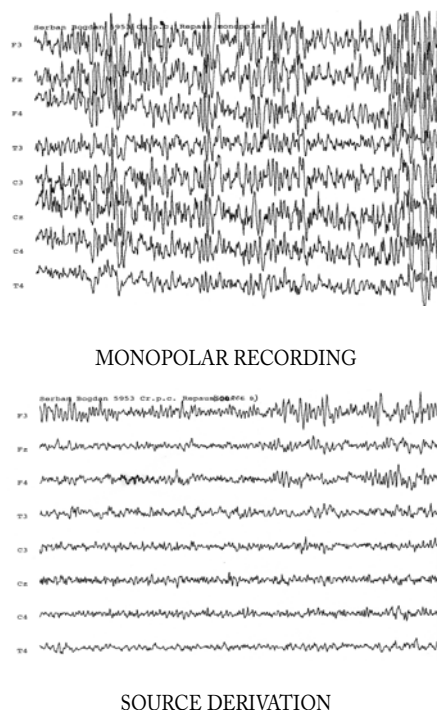


Figura 1: Efectele Filtrării Derivării Surselor asupra diferențierii topografice a ritmurilor EEG. Înregistrarea este prezentată înainte și după filtrare. Această procedură îmbunătățește rezoluția PowerMapping-ului EEG (în repaus sau la stimulare), precum și calitatea Mapping-ului de tip Potențiale Evocate. Calibrare: Amplitudine 50 μ v / cm; Constantă de timp 0,3, filtru de trecere joasă 70 Hz. Rata de eșantionare: 256 Hz.

Aceste trasee EEG digitale sunt utilizate în continuare de către program, care realizează interpolarea de potențial și Mapping-ul EEG. Se pot reprezenta hărți cu benzi de frecvență și diferenții coeficienții ai valorilor de potențial. Dintre cele din urmă, vom utiliza, de preferință raportul Delta-Theta/Alpha-Beta, paradoxal relevant atât în cazul anomaliilor EEG (în repaus) cât și în activarea funcțională normală.

În timp, s-au adăugat multe alte îmbunătățiri acestui program de cartografiere. Printre acestea, menționăm utilizarea scalelor de energie (potențial) stabile (progresive), care fac posibilă o comparație ușoară între diferite hărți, fie transversal (între diferiți subiecți) fie longitudinal (în cadrul aceluiași subiect, la diferite intervale de timp).

A a doua etapă în această anchetă a constat dintr-o procedură de Mapping EEG "funcțional" (25) (30), pe care am numit-o "Mapping de Reacție Spectrală" (MRS). Efectuarea de evaluări de potențial EEG în condiții diferite (procentul de potențial -% - pe stimularea / repaus), se pot observa și localiza efectele unei sarcini funcționale date cu privire la activitatea EEG. Procedura a fost efectuată cu succes, în scopul de a evidenția efectele cerebrale vizuale, auditive, verbale, motorii, stimularea lexicală și așa mai departe (29) (32). În acest studiu vom utiliza MRS pentru a evalua schimbările electrice în activitatea cerebrală indusă de testarea judecării mentale. Modificările de potențial în EEG sunt apreciate în procente; sunt disponibile două scale de referință (una până la 550 %, a doua până la 275 % pe 11 nivele); măsurarea intensității de reacție. Pe aceste scale, procentul de 100% (colorate în albastru) indică zonele corticale topografice caracterizate prin nici o schimbare a EEG. Creșteri în valoare a acestor procente (colorate în verde, galben, portocaliu, roșu) indică creșterea în potențial a unei activități electrice cerebrale date (delta, theta, alfa, beta), sau de un raport de potențial, în timpul testării psihologice impuse. Analiza statistică a fost făcută în continuare prin reprezentarea grafică mare a mediei (de grup), sau Hărți cu semnificație t.

Rezultate

a). Mapping EEG al reacțiilor normale la testarea capacității de judecată.

Figura 2 prezintă două Hărți Medii de Group obținute de însumarea efectelor EEG de judecată rațională și non-rațională (emoțională) la 10 subiecți normali. Acestea reprezintă Mapping-uri de Reacție

Spectrală (testare comparativ cu mapping-ul procentului de potențial în starea de relaxare). Se poate observa cu ușurință diferența dintre cele două modele funcționale.

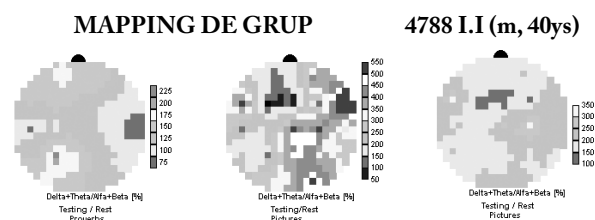


Fig 2. Mapping EEG de Reacție Spectrală în judecata rațională (proverbe) emoțională (picturi). La stânga: Hărți de grup, La dreapta: o hartă individuală.

Judecata rațională (logică), care este verbală (ascultarea și interpretarea a 15 proverbe standard) implică, în principal, emisfera stângă. Ar trebui să menționăm că pe Hărțile Mari medii, modificările EEG pot fi mai strict delimitate. Totuși, pe Hartă, zona parietală Wernicke din stânga este vizibil activată. Activarea EEG constă într-o creștere a raportului de potențial Delta - Theta / Alpha - Beta de 225 %. Ea rezultă cu siguranță din eforturile de a înțelege afirmațiile proverbelor primite de către subiect. Apoi, există o propagare a excitației, și apare o activare medie a zonei prefrontale dorsale de 175 %, în care trebuie să fie efectuată selecția soluției. În acest caz, zona Broca nu este implicată, pentru că înregistrările sunt efectuate în perioada de pre-răspuns.

Judecata non-rațională (emoțională), s-a bazat pe alegerea vizuală dintre 10 picturi pe bază de imagini preferate și respinse. Activarea EEG în această situație implică, în principal emisfera dreaptă. Se poate vedea o activare bilaterală a lobilor occipitali, apoi propagarea acesteia spre o zonă parietală centrală dreaptă (adică înțelegerea) și spre partea laterală a ambilor lobi frontali.

Imaginea EEG a activării emoționale obținută la un singur subiect foarte receptiv permite o mai bună înțelegere a procesului. Dificultatea pentru oamenii de rând constă în reprezentarea bidimensională a hărții. Noi trebuie să ținem cont de volumul creierului, de structurile profunde care sunt probabil implicate și de direcția influxului. Se poate observa că, în caz de alegere a picturilor, activarea primară este "atrasă" în chiar zona occipital - parietală. Următorul fapt misterios este bifurcarea căilor excitate, eventual sub-cortical, de la o linie medie (prin pedunculii nucleului talamic median dorsal) spre ambele emisfere. În cele din urmă, considerăm orbitală activarea zone-

lor laterale extreme ale LF. Ținând seama de faptul că Derivarea Sursei dezvăluie vectori radiali ai generatoarelor profunde, aceasta activare în regiunile pF1 - F7 și pF2 - F8 trebuie să reflecte starea funcțională a zonelor Frontale bazale / orbitale.

De asemenea, în această imagine se poate observa reacția EEG opusă a zonei dorsale stângi a lobului frontal (medierea judecății raționale) caracterizată printr-o scădere a raportului Delta-Theta/Alpha-Beta, față de cea a zonelor frontale orbitale (medierea judecății emoționale), sugerând eventual antagonismul lor funcțional.

Este posibil ca fiecare dintre cele două zone frontale bazal-laterale să aibă contribuția sa specifică în accepțiunea interioară sau respingerea imaginilor date. Contribuția LF în ambele tipuri de judecată investigate este evidentă pe aceste imagini, deși nu a fost efectuată nici o planificare și nici un răspuns motor.

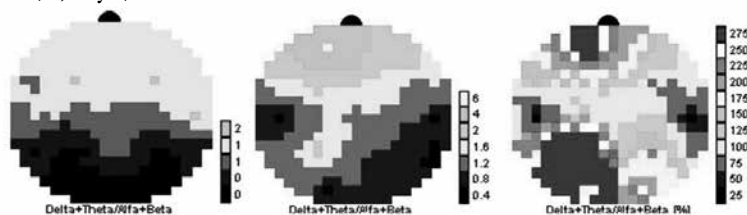
Delimitarea funcțională accentuată a celor două emisfere demonstrează rezoluția bună a procedurii noastre de Mapping EEG.

b) Răspunsuri patologice demonstrate prin Mapping EEG în Testarea judecății raționale.

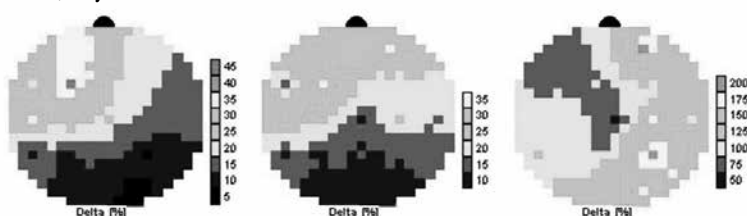
În Fig.3 sunt ilustrate răspunsurile individuale la sarcina de interpretare a proverbelor și efectele patologiei asupra imaginilor corespunzătoare ale EEG de Reacție Spectrală. Ideea a fost de a afla dacă funcția LF și judecata sunt conectate.

Subiect R.M. (bărbat, 36 ani), deși se plangea de dureri de cap, pentru care el s-a adresat medicului, a reușit să dea un număr semnificativ de răspunsuri corecte la testul proverbelor (80 %). Mapping-ul EEG în repaus arată o creștere ușoară difuză de raport de potențial - Delta Theta / Alpha - Beta (0,4-2). Harta obținută în timpul testelor arată în schimb o activare normală clară a zonei Wernicke stângi, propagată în

R.M. (m, 36 ys.). Performance :



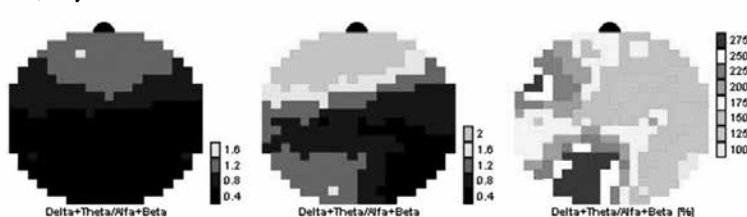
D.G. (m, 60 ys.). Performance : 10 %



V.M. (m, 47 ys.). Performance : 0 %



S.A. (f, 46 ys.). Performance : 40 %



REST

TESTING

TESTING / REST

Fig.3: Mapping EEG al testării judecății raționale (interpretarea proverbelor), în condiții patologice. Cazuri: R.M - dureri de cap; .D.G. - Extirpat tumoare LF stâng; V M. și S.A. - Epilepsie. Pentru explicații vezi textul.

zona prefrontal stângă. Harta Reacției Spectrale demonstrează creșterea puternică (275 %), a raportului din parietalul stâng și cortexul prefrontal, pe testarea comparativ cu repaus.

Subiect D.G. (bărbat, 60 ani), a suferit eliminarea chirurgicală a unei tumori în LF stâng cu șase ani mai devreme de momentul testului. El a suferit trei crize de grand mal, dar statutul său neurologic a fost considerat a fi normală. Mapping-ul EEG de repaus relevă o anomalie gravă spontană a activității din zona stângă a LF (potențial parțial Delta de până la 45 %), care a persistat în timpul testării proverbelor. Performanța lui la sarcină a fost clar scăzută (10 %). Mapping de Reacție Spectrală (compararea potențialului EEG la testare față de repaus) relevă o activare de compensare remarcabilă din emisfera dreaptă, care implică nu doar zona prefrontală din dreapta (200%), dar și zona parietală dreaptă (200 %). Acest transfer funcțional evident nu a putut compensa, cu toate acestea, deficitul psihologic al judecării raționale manifestat de acest pacient.

Subiect V.M. (bărbat, 47 ani), cu epilepsie, care prezenta aproximativ două crize clonice tonice pe lună (tratate cu fenobarbital și carbamazepină). Mapping-ul EEG la repaus nu era afectat grav (raport Beta Delta Theta / Alpha: 0.4-1.2). El a raportat deficite de memorie pe termen scurt, dar a avut, de asemenea, o performanță extrem de slabă pe sarcina de interpretare proverbe (0 %). Atunci când i s-a cerut să răspundă, el a repetat cu încăpățănare proverbele "ad literam". Mapping-ul de Reacție Spectrală a arătat o activare corectă a zonei Wernicke stângi (200 %), dar și o activare electrică total absentă din LFi dorsali (100 %, adică nici un răspuns EEG pe testarea față de repaus). Se poate vedea, în schimb, o activare anormal de mare de în partea dreaptă a zonei lobului temporal (150-200 %).

Subiect SA (feminin, 46 ani) de câțiva ani raporta, de asemenea, crize, de data aceasta însoțite de manifestări cu caracter vegetativ: dureri gastrice, sufocare, asociate cu anxietate, în cele din urmă leșin (fără convulsii). Performanța sa în activitatea de interpretare a proverbelor a fost de numai 40 %. Mapping-ul său EEG de repaus pare normal (raport Delta - Theta / Alpha - Beta: 0.4-1.2). La testarea judecării, Mapping-ul de Reacție Spectrală arată o activare puternică din zona Wernicke stângă (275 %), dar și o abatere a fluxului senzorial de la cursul normal în zona dorsală prefrontală din stânga, spre zona lateral - bazală (orbitală), LF stâng. În astfel de cazuri presupunem de obi-

cei existența unei hiperexcitabilități focale (31), care se află la originea crizelor generate. Excitabilitatea anormală (frecventă la epileptici) creează, în acest caz, o atracție a fluxului normal de informații în timpul judecării în zonele bazale ale LFi. Se poate presupune că, în astfel de condiții judecata devine preponderent emoțională, ceea ce explică punctajul diminuat al pacienților noștri la performanța rațională.

Aceste cazuri denotă complexitatea tulburărilor de activitate mentală care apar în patologie, dar și posibilitatea de a le înțelege mai bine prin Mapping-ul EEG.

Discuții

Astfel, presupunerile formulate în introducere sunt confirmate: 1. Judecata este de două tipuri, și ambele sunt mediate exclusiv de către structurile LF. Primul tip exprimă rațiunea obiectivă, al doilea o motivație subiectivă. 2. Structurile LF sunt activate de către astfel de procese mentale, independent de MTS sau de corelările de activare.

Valoarea Mapping-ului EEG. Această tehnologie este extrem de eficientă în detectarea activității cerebrale. De ce, atunci, este atât de rar folosită pentru a demonstra procesele funcționale în curs de dezvoltare în creier, și RMN (SPECT, PET) este de preferat? (9) (14) (34). Activitatea electrică de asamblare neuronală este mult mai potrivită să funcționeze (sau chiar să fie o expresie funcțională a activității neuronale) decât modificările fluxului sanguin sau decât consumul de glucoză. Mai mult decât atât, aceste metode imagistice nu pot dezvălui dinamica activării corticale, nici nu pot răspunde la problema privind activarea secvențială opusă celei paralele, privind feedback-ul sau procesele de feed-forward. Experiența noastră de lungă durată a arătat că înregistrările EEG în Sistem Internațional 10-20 și interpolarea de potențial pot da rezultate suficient de exacte, nefiind necesar un număr crescut de electrozi de înregistrare (acestea sporesc curenții de interferență). Valoarea imagistică a acestei metode este atestată prin prezentul studiu. Mapping-ul Reacției Spectrale a fost un bun instrument pentru definirea modificărilor EEG funcționale arătând domeniile de implicare maximă în procesul mental, interdependențele lor și eșecul lor funcțional în caz de patologie cerebrală. Am putea distinge mecanismele funcționale implicate în cele două tipuri de alegere (judecată), prin care o persoană își adaptează comportamentul atunci când este expusă la diferite cerințe ale

vieții. Într-un studiu comparabil efectuat pe o sarcină tip Du-te / Nu te du de către Babiloni et al. (1), cu un EEG de înaltă rezoluție (46 de canale) și estimarea de suprafață laplaciană, imaginile obținute prin Mapping EEG au fost mai puțin relevante.

Modificările pe care le-am descoperit sunt, în plus, specifice. Într-o lucrare anterioară (30), studiind efectele imagistice ale funcției verbale, am utilizat un set de fraze simple pe care subiecții trebuiau să le "repete", după o perioadă scurtă de timp. Mapping-ul Reacției Spectrale a evidențiat apoi o activare foarte impresionantă din partea stângă a zonei Broca (la dreptaci), și nu activarea zonei prefrontale dorsale. Acest fapt susține ipoteza că cortexul prefrontal granular este implicat în mod special în mecanismele de judecată rațională.

Rolul LFi în activitatea mentală

În opinia noastră, conștiința folosește aceste două tipuri de judecată în scopul de a decide dacă o anumită acțiune trebuie, sau merită să fie făcută. Există mai multe structuri cerebrale care pregătesc acțiunea (activarea coordonată a centrilor motorii) ca răspuns la o cerere de viață. În cooperare directă, centrele LF decid "ce" trebuie făcut, structurile limbice (Hipocamp-ul, ca generator de inițiativă psihomotorie), "când" trebuie făcut, iar zonele asociative parietale (locul de activitate intelectuală) "cum" trebuie să fie făcută o acțiune. Un feedback care exprimă impactul (bun sau rău) pe care faptele noastre îl au în lumea exterioară, se întoarce și este, de asemenea, prelucrat de LFi, și de asemenea, contribuie la conștiință. Shakespeare se plângea de ceea ce se întâmplă atunci când un individ (Hamlet) are conștiința mult prea rațională: "Astfel, conștiința face lași din noi toți" ... În general, ne confruntăm, de fapt, cu o conștiință rațională diminuată, fie din cauza unei deteriorări evidente a LFi, fie datorită maturării lor incomplete (ei se maturizează spre vârsta de 21 de ani), și cu un tip rigid, inflexibil de conștiință, manifestată prin predominanța covârșitoare de tip irațional (emoțional) de răspuns. Conform Messulam (16): "comportamentul social adecvat și conduita morală sunt dependente de capacitatea de a transcende un punct de vedere ego-centric", cu alte cuvinte, pentru a trece de la judecata emoțională unică, la judecata rațională.

Experimentele noastre au arătat că cele două tipuri de selecție / alegere, procesul de luare a deciziilor,

sunt sub-deservite de zone distincte ale LFi. Activarea acestor zone demonstrată prin Mapping EEG, apare chiar și în condiții de memorie de lucru redusă sau în absența evidenței de inițiere motorie, atunci când subiecții sunt rugați să găsească soluția unui puzzle. Când acest puzzle a constat în interpretarea unui proverb, activarea EEG a constat, pe Mapping-ul Reacției Spectrale, dintr-un raport accesoriu Delta - Theta / Alpha - Beta în zona de proiecție a cortexului prefrontal dorsal. Judecata afectivă / emoțională (alegerea picturii) a indus aceeași rată de îmbunătățire în zonele de proiecție ai ambilor Lfi ai cortexului orbital. Deci, se pare că cele două tipuri de judecată sunt normale, și ambele pot fi perturbate în condiții patologice. Deși cele două tipuri de judecată sunt opuse, ambele par să contribuie la excelența minții umane. Conștiința rațională realizează o mai bună analiză a situației care se cere a fi rezolvată. Conștiința emoțională stimulează imaginația și evoluția artelor.

Când cortexul prefrontal stâng a fost afectat de o tumoră (cazul DG), reacția normală a EEG din partea stângă la interpretarea proverbelor a fost absentă, iar performanța la test a fost concomitent scăzută, în ciuda apariției unei activări compensatoare în zona prefrontală dreaptă. Într-o altă lucrare (15), testarea Reacției Spectrale la muzica clasică (la un subiect cu cultură muzicală), prin Mapping EEG, am găsit o activare caracteristică în zona prefrontală dreaptă, în asociere cu sincronie alfa puternică în stânga, fapt care denotă specializarea acestor zone ale LF în legătură cu funcții verbale, non-verbale. La pacienții cu epilepsie (VM și SA), excitabilitatea crescută a focarelor epileptice (fie temporal sau frontal - orbital) poate induce o abatere de activare funcțională din zona prefrontală stângă; în astfel de condiții, răspunsul zonei dorsale a LF a fost redus considerabil, iar performanța la testul proverbelor a fost diminuată, deși activarea câmpului de asociere în partea posterioară stângă (parietal) a continuat să fie puternică. Acest lucru poate explica "dilema" în ceea ce privește distrugerea LFi: persistența intactă de cunoaștere și inteligență. Tulburările funcționale la pacienții cu probleme ale LFi deranjează doar judecata și conștiința.

Oamenii de știință care analizează sindromul LF (13) (16) (24) (28), au descris o abundență de deficiențe psihologice, atât în cazul traumelor zonelor prefrontale dorsale cât și al celor ale cortexului bazal și orbital. Toate provin de la perturbarea ignorată a acelorași mecanisme originale ale judecării. Astfel, s-a

demonstrat că pacienții cu leziuni corticale prefrontale dorso - laterale devin puerili, neglijenți, glumeți, iresponsabili, incapabili de raționament abstract, de rezolvare de probleme, de comportament secvențial, creativitate, sunt în imposibilitatea de a înțelege contextul într-o situație complexă, pot pierde capacitatea de introspecție și previziune. Pacienții cu leziuni ale cortexului LF bazal, orbital prezintă și ei tulburări de judecată. Investigația noastră asupra epilepticilor a demonstrat că procesul psiho - patologic este complex, în acest caz, pentru că deteriorarea sau deficitul într-o zonă bazală a LF poate induce o hiper - activare pe partea opusă (32). În repaus, atunci când activitatea Delta predomină într-o zonă orbitală, potențialul parțial Beta poate fi îmbunătățit în partea similară opusă. Atacurile de panică apar în unele cazuri, la subiecții mai tineri cu ADHD. Simptomatologia descrisă poate rezulta dintr-un amestec de cauze rezultând din deficit și din iritabilitatea crescută datorată creșterii. Acești pacienți își pierd și flexibilitatea mentală, comportamentul lor devine compulsiv, stereotipic, egocentric, manifestând de multe ori halucinații (de vinovăție sau de urmărire), au tendința spre fanatism, nu înțeleg constrângerile sociale, sunt în măsură să comită acte de agresiune (chiar și crimă), comportament lor fiind adesea considerat psihopat sau sociopat. Din experiența noastră, pacienții cu focare sagitale (pe fața internă a emisferelor) au fost cei care au devenit agitați (hipomaniaci), au avut iluzii de "grandoare" și tulburările cognitive (26).

Încercarea lui Damassio (5) de a atribui moralitate funcției LFi nu este satisfăcătoare; moralitatea nu este o funcție a creierului, ci o scală de referință în comportament, diferită de la un individ la altul. Mai mult decât atât, mecanismele LF nu decid numai cu privire la problemele etice (bine și rău), ci și, de asemenea, cu privire la estetică (frumos - groaznic), axiologie (valoare non - valoare), cogniție (adevărat - fals), cu privire la prognoză (bine - rău) și aspecte practice (util-inutil). Judecata este o funcție a creierului și dispune de zone corticale specifice și de mecanisme distincte ale LF. Diferențele dintre cele două tipuri de judecată

pot depinde de o anumită citoarhitectură a regiunilor implicate din LF (7) (19) (20). Zona dorso-laterală prefrontală este una dintre cele mai recente realizări în dezvoltarea creierului; aceasta este o zonă neo-neocorticală. Structura acestui cortex asociativ exclusiv granular este specială, prezintă o tendință de a pierde organizarea columnară. Neuronii sunt dispuși în șase straturi, fiind formate conexiuni succesive (fiecare neuron trimite conexiuni către alți 5000 de neuroni). Acest aranjament special poate susține, în opinia noastră, un tip euristic de judecată: selecția soluției este gradual binară da/nu, prin etape progresive, din ce în ce mai rafinate, (cum ar fi cazul unui joc de șah). Prin urmare, acest tip de judecată este lent și însoțit de îndoială. Cortexul LF orbital este mult mai primitiv. Este non-granular sau disgranular, are doar trei straturi cu densitate celulară mai mică, legături aferente puternice cu centrele emoționale (motivaționale) cum ar fi amigdala și hipotalamusul, un strat piramidal și conexiuni eferente puternice cu zona motorie suplimentară la girum cingulum. Ea are, de asemenea, unele celule de dimensiuni mari, care sunt implicate într-un tip special de memorie (în opinia noastră memoria de idei acumulate în timpul vieții, fie prin educație fie prin experiența personală). Când aceste zone îndeplinesc funcția de luare a deciziilor are un posibil mecanism "algoritm", bazat pe algoritmi înnăscuți (idealuri, dorințe) sau dobândiți (religie, ideologie). Acest tip de judecată este puternic motivată, promptă, și are un grad ridicat de certitudine. Desigur, aceste tipuri de judecată au atât dezavantaje cât și calități.

Credem că această abordare a funcției LFi este favorabilă pentru continuarea cercetărilor interacțiunii creier - minte. În prezent, se derulează un număr mare de cercetări științifice pe această temă (2) (5) (10). În cazul în care mecanismele de baza ale judecării, fie că este vorba de cea rațională (logică) sau cea irațională, pot fi studiate în mod imagistic (fie prin electroencefalograf sau prin rezonanță magnetică), aceste proceduri ar putea fi utile într-o mulțime de boli mintale, de la ADHD la schizofrenie.

*

*

*

The prefrontal cortex reaches its greatest relative size in humans and does not fully mature until late adolescence (20) (35). A large majority of the scientists dealing with the dilemma of the Frontal Lobes (FLs), the Phineas Gage case, admitted that the frontal cortex represents the highest stage in the cortical hierarchy of areas mediating mental processing. Despite this common acceptance, no single unitary system exists to describe the proper contribution of the FLs in psychic/mental activity. We observed that many of the superior functions attributed to them are shared in common with other significant cerebral structures.

One of the most important functions ascribed to the Frontal Lobes was operative memory. Many authors reported that FL damaged patients have difficulties in sustaining Short-Term (STM) / working memory and that some FL neurons exhibit a persistent firing during the task-imposed delay period (3 - 9) (14) (17). What the majority of these authors neglect is that all the described working memory tasks involve a selection (choice) between multiple goals (solutions), a function which is completely different from STM. One can find in change important STM deficits in man and animals with hippocampal damage (18) (22). Investigating EEG recordings with chronically implanted electrodes in mammals we found, moreover, that the memory traces released by intermittent light stimulation, used as a preparatory (cue) stimulus in a go- no go (approach-avoidance) task, develop exclusively in the cognitive thalamo-cortical circuits (never in Hippocampus). We related the variation of electrical activity in Dorsal Hippocampus (from theta to fast activity) to the opening / closing of specific and unspecific (activator) thalamic pathways (21) (22). Scientists who investigated the clinical consequences of FL lesions tend to put forward the anomalies of psychomotor behavior, separating two canonical syndromes (13) (16). The first, characterized by loss of initiative and a propensity for apathy (emotional blindness) called the frontal abulic syndrome, was associated with the damage of the dorsal-lateral surface of FL. The second, called disinhibitory syndrome and characterized by "too much behavior" (hypomanic behavior) was associated with basal orbital lesions. This description suggests a segregation of FL inhibitory and excitatory functions. Our experimental studies (21) (22) brought convincing evidence that psychomotor behavior is rather integrated once again by the Hippocampus. It

is true that both Dorsal and Ventral Hippocampus have anatomical connections with FL areas (19). The dorsal limbic pathway running through the Cingulum goes to the orbital-frontal cortex; the ventral limbic pathway goes through the Extreme Capsule to the dorsal-lateral Frontal cortex. Thus, the frontal abulic and hypomanic syndromes may be not exclusively consequent to FL proper lesions, but the result of this complex relation disruption.

Other symptoms constantly encountered in the FL syndromes consist in emotional changes such as the emotional hyperactivity of patients with orbital-frontal lesions (yet incapable to infer another person's mental or emotional state) or the lack of emotionality of patients with dorsal FL lesions. The FL areas could modulate the visceral correlates of emotion through their amygdalo - hypothalamic connections (12), which does not mean, once more, that their function is limited to the emotional expression. The contribution of FL areas in human mental activity should surpass this level of automatic/ executive function.

Examining the mental disorders occurring in 100 patients with cortical epileptic foci (24) (28) we drew the conclusion that the constantly affected area of the mind in case of FL damage is Conscience. We defined Conscience as the highest level of the mind, deciding if a given planned action must be, may be or deserves to be done. The complexity of this function supposes the coordination of a multitude of subsequent processes intervening in the way to action, such as judgment, insight and decision making, as well as the existence of some individual reference scales concerning human values (moral, social, ideal). We described three psychopathologic syndromes in FL epileptics: a) anxious, paranoid, compulsive, antisocial in case of orbital basal foci; b) agitated, hypomanic, with cognitive disorders in case of sagittal foci; c) perseverating and confused in case of dorsal - lateral foci.

The goal of this paper is to further check the relations between mind/conscience and the FL cortex. We intended to find adequate ways for testing exclusively the above supposed rational and non-rational types of judgment, by tasks not involving memory or psychomotor correlates, in order to demonstrate that they are mediated exclusively by the FLs. So, we used EEG Mapping investigation, in normal and pathologic subjects, for detecting the peculiarities of functional activation of the brain.

Methods

Subjects: Included in this study were 35 subjects, aged between 18 and 60 years, males and females. Ten of them were normal persons, without antecedents of cerebral pathology, 25 presented various degrees of cerebral pathology, affecting FLs function. All were right handed and had at least 12 years scholarship.

Psychological testing: Our endeavor was meant to find psychological tasks that avoid the working memory paradigm (the delayed A non B task with previous exposure of the situation), as well as the involvement of psychomotor responses.

For the rational type of judgment we utilized a set of 15 proverbs implying some degree of difficulty. E.g.: "Hell is paved with good intentions". Subjects were asked to give their own interpretation of the proverbs, after ten seconds of thinking. An evaluation of response correctness was done, which was eventually transformed in a global score.

For testing the emotional judgment, based mainly on feelings and personal trends, we employed the presentation of 10 paintings, selected to be different in structure (colors and style). This type of subjective judgment is known since very long time ("Le coeur a des raisons que la raison ignore"). The subject was asked to observe the pictures simultaneously during one minute, and to choose one picture they liked and one picture they detested. The task could give some rough information about the personality trends of the subject.

Electrophysiological investigation: Our study of cerebral electrical activity was performed using an EEG investigation on 19 channels (the 10-20 International System), with left ear reference (electrodes impedance round 5 K Ohms). Subjects were comfortably laid on a sofa, in a quiet environment. The EEG recording was performed first at rest, with the eyes closed, during 3 minutes. In the second stage a similar EEG recording was performed during one of the two described tasks (proverbs hearing with the eyes closed, painting inspection with the eyes open). The EEG recording was stopped before asking the subject a response to the given task.

All subsequent mathematical processing was done using a Pentium PC and our own program of EEG Mapping (26) (27). This software package includes a lot of changes which allow the creation of very characteristic EEG Maps, both in resting conditions and on application of the tests. The main improvement

we inserted in our EEG processing system was the "Source Derivation Filtering". The greatest problem in the EEG Mapping of monopolar recordings is the overwhelming contamination of EEG tracings due to horizontal current diffusion. The total current energy in a biological tissue is of two kinds: 1) the primary, active current, induced by the ionic flow between intra and extra-cellular spaces, 2) the volume (passive) current, representing the dynamic response of the media. Only 10% of this current penetrates directly the scalp; 90% of it suffers a horizontal diffusion. Our procedure for the elimination of volume conducted currents (deblurring) was based on an autoregressive model. From the electrical activity power of each source, calculated after Fourier analysis, we extracted the weighted mean power of the 4-5 nearest electrical sources. Once this contamination is excluded, one can find the true local power magnitude. Our results demonstrated the good resolution of such an investigation. Each source cumulates the surface cortical activity in the source and the deep electrical activity of the brain, projected to the surface on a vertical/radial vector. A supplementary facility of this program permits a full artifact rejection. The transformation obtained in the EEG tracings by this procedure is presented in Fig 1.

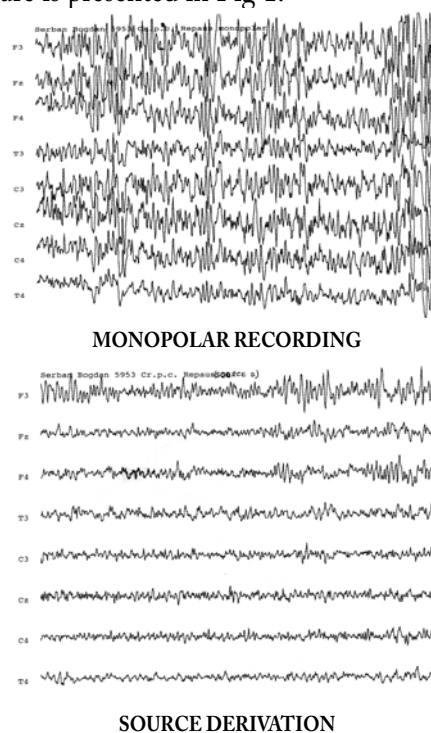


Fig 1: Effects of Source Derivation Filtering on the topographic differentiation of EEG rhythms. The recording is presented before and after filtration. This procedure improves the resolution of the EEG Power Mapping (at rest or on stimulation), as well as the Evoked Potentials Mapping quality. Calibration: Amplitude 50 μ v/cm; Time Constant 0.3, Low pass filter 70 Hz. Sampling rate: 256 Hz.

These digitized EEG tracings are further used by the program, which performs the power interpolation and EEG Mapping. Frequency band power maps and various coefficients of power values can be plotted. Among the last, we preferably use the Delta-Theta/Alpha-Beta ratio, paradoxically relevant both in case of EEG abnormality (at rest) and of normal functional activation.

Many other improvements were added in time in this Mapping program. Among them the use of stable (progressive) power scales, making possible an easy comparison between different maps, either transversally (between different subjects) or longitudinally (in the same subject, at various intervals of time).

The second step in this investigation consisted in a “functional” EEG Mapping procedure (25) (30) that we called the “Spectral Reaction Mapping” (SRM). Performing EEG power evaluations in different conditions (% power on stimulation/rest), one can observe and localize the effects of a given functional task on the EEG activity. The procedure was successfully performed in order to evidence the cerebral effects of visual, auditory, verbal, motor, lexical stimulation and so on (29) (32). In this study we use SRM to assess the cerebral electrical activity changes induced by mental judgment testing. Changes in EEG power are appreciated per cent; two available reference scales (one up to 550 %, the second up to 275 % on 11 steps). measuring reaction intensity. On these scales the percentage of 100 % (colored in blue) indicates the topographic cortical areas characterized by no EEG change. Increases in these percentages (colored in green, yellow, orange, red) indicate the enhancement in power of a given cerebral electrical activity (delta, theta, alpha, beta), or of a power ratio, during the imposed psychological testing. Statistical analysis was further made by plotting grand average (group) Maps, or t-significance Maps.

Results

a) EEG Mapping normal reactions on judgment capacity testing.

Fig 2 presents two Group Average Maps obtained by summing the EEG effects of rational and non-rational (emotional) judgment in 10 normal subjects. These are Spectral Reaction Maps (testing versus rest power ratio mapping). One can easily observe the

difference between the two functional patterns.

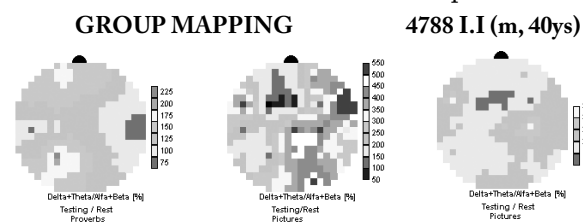


Fig 2. EEG Spectral Reaction Mapping in rational (proverbs) and emotional w (painting) judgment.

On the left: group Maps, on the right an individual Map.

The rational (logic) judgement, which is verbal (listening and interpretation of 15 standard proverbs) involves mainly the left hemisphere. One should mention that on Grand average Maps the EEG changes may be less strictly delimited. Still, on the Map the left parietal Wernicke area is visibly activated. The EEG activation consists in an increase of the Delta-Theta /Alpha-Beta power ratio of 225%. It surely results from the efforts to understand the proverb statements received by the subject. Then, there is a propagation of excitation, and a 175% average activation of the left dorsal prefrontal area, where the solution selection must be performed, occurs. In this case Broca area is not involved, because recordings are taken in the prerespone period.

The non-rational (emotional) judgment was based on visual choice between 10 paintings of preferred and rejected images. EEG activation in this situation involves mainly the right hemisphere. One can see a bilateral activation of the occipital lobes, then its propagation to a right central parietal area (meaning understanding) and to both lateral frontal lobes.

The image of emotional EEG activation obtained in a single highly responsive subject allows a better understanding of the process. The difficulty for common people lies in the two-dimensional representation of the map. We must keep in mind the brain volume, the deep structures probably involved and the inflow direction. It can be observed that, in case of paintings choice, the primary activation is “attracted” in the right occipital-parietal area. The next mysterious fact is the bifurcation of excited pathways, possibly sub-cortical, from a mid line (through Dorsal Median Thalamic nucleus peduncles) to both hemispheres. Finally, we consider orbital the activation of the extreme lateral FL areas. Taking account of the fact that Source Derivation reveals radial vectors of deep generators, this activation in the pF1-F7 and pF2-F8 region must reflect the functional status of

the basal/orbital Frontal areas.

One may also observe in this image the opposite EEG reaction of the left dorsal Frontal lobe area (mediating rational judgment) characterized by a decrease in the Delta-Theta/Alpha-Beta ratio, to that of the Frontal orbital areas (mediating emotional judgment), possibly suggesting their functional antagonism.

It is possible that each of the two basal-lateral frontal areas has its specific contribution in the inner acceptance or rejection of the given pictures. The FL contribution in both types of judgment investigated

is obvious on these images, although no planning and no motor response is performed.

The sharp functional delimitation of the two hemispheres demonstrates the good resolution of our EEG Mapping procedure.

b) Pathological responses demonstrated by EEG Mapping in rational judgment testing.

In Fig.3, individual responses to the proverb interpretation task and the effects of pathology on the corresponding Spectral Reaction EEG images are illustrated. The idea was to find whether FL function and judgment are connected.

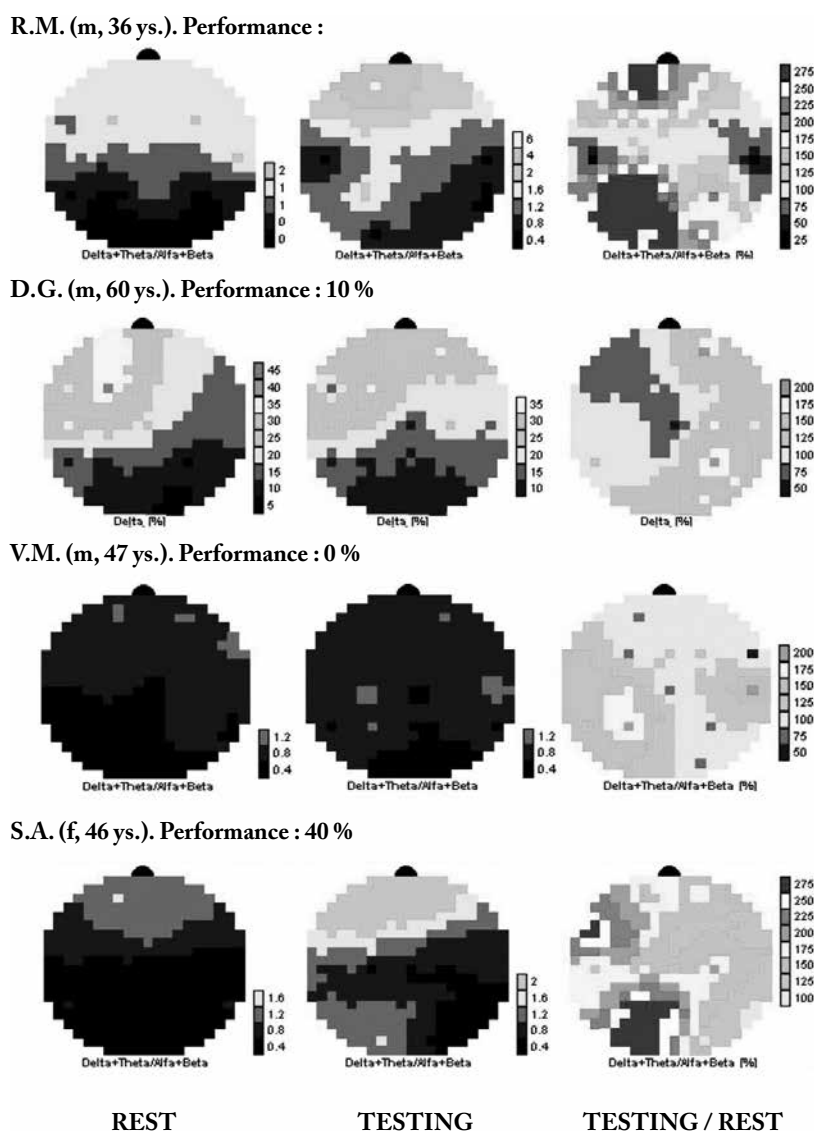


Fig.3: EEG Mapping of rational Judgment Testing (proverbs interpretation) in pathological conditions. Cases: R.M - head-aches; .D.G. - extirpated left FL tumor; V.M. and S.A – Epilepsy; For explanations see text.

Subject R.M. (male, 36 years) although complaining of headaches, for which he was addressed, succeeded to give a significant number of correct responses in proverbs testing (80%). His EEG

Mapping at rest shows a diffuse slight increase of Delta-Theta / Alpha-Beta power ratio (0.4-2). The map obtained during testing shows instead a clear-cut normal activation of the left Wernicke, propagated to

the left prefrontal area. The Spectral Reaction Map demonstrates the strong increase (275 %) of the ratio in the left parietal and prefrontal cortex, on testing versus rest.

Subject D.G. (male, 60years), suffered 6 years earlier the surgical removal of a left FL tumor. He presented since three grand mal seizures, but his neurological status was considered to be normal. The EEG Mapping at rest reveals a severe spontaneous abnormality of the left FL area activity (Delta partial power up to 45%), that persisted during proverbs testing. His task performance was overtly low (10%). The Spectral Reaction Mapping (Testing versus Rest EEG powers comparison) reveals a remarkable compensating activation of the right hemisphere, which involves not only the right prefrontal area (200%) but also the right parietal area (200%). This evident functional transfer could not compensate, however, the psychological deficit of rational judgment manifested by this patient.

Subject V.M. (male, 47 years) was an epileptic presenting approximately two tonic clonic seizures per month (treated with Phenobarbital and Carbamazepine). His EEG Mapping at rest is not seriously affected (Delta Theta / Alpha Beta ratio: 0.4-1.2). He reported Short Term Memory deficits, but had also an extremely poor performance on the proverbs interpretation task (0%). When asked to answer, he repeated obstinately the proverbs "ad literam". The EEG Spectral Reaction Mapping shows a correct activation of the left Wernicke area (200%), but totally absent electrical activation of the dorsal FLs (100%, i.e. no EEG response on testing versus rest). One can see, instead, an abnormally high activation of the right temporal lobe zone (150-200%).

Subject S.A. (female, 46 years) also reported spells since several years, this time accompanied by manifestations of vegetative character: gastric pain, suffocation, associated with anxiety, eventually fainting (without convulsions). His performance in the proverb interpretation task was of only 40%. His EEG Mapping image at rest looks normal (Delta-Theta /Alpha-Beta ratio: 0.4-1.2). On the judgment testing the Spectral Reaction Map shows a strong activation of the left Wernicke area (275%) but sensory inflow deviation from its normal course to the left dorsal prefrontal area to the lateral-basal (orbital) area of the left FL. In such cases we ordinarily suppose

the existence of a focal hyper-excitability (31), which is at the origin of the generated spells. The abnormal excitability (common in epileptics) creates in this case an attraction of the normal flux of information during judgement to basal FL areas. One may presume that in such conditions judgment becomes prevalently emotional, which explains the diminished rational performance score of our patient.

These cases denote the complexity of mental activity disorders occurring in pathology, but also the possibility to better understand them by EEG Mapping.

Discussion

Thus, the suppositions formulated in the introduction are confirmed: 1. Judgment is of two types, which are both mediated exclusively by FL structures. The first expresses the objective reason, the second a subjective reason. 2. FL structures are activated by such mental processes, independently of STM or Drive correlates.

The value of EEG Mapping. This technology is extremely efficient in the detection of cerebral activity. Why then, is it so rarely used to demonstrate functional processes developing in the brain, and MRI (SPECT, PET) is preferred? (9) (14) (34). The neuronal assembly electrical activity is much more proximal to function (or even a functional expression of neuronal activity) than blood flow changes or glucose consumption. Moreover, those imagistic methods can not unveil the dynamics of cortical activation, nor can they answer the question of sequential versus parallel activation, of feedback or feed-forward processes. Our long lasting experience showed that EEG recording in the 10-20 International system and power interpolation may give sufficiently reliable/accurate results, an increased number of recording electrodes being not necessary (they enhance currents interference). The imagistic value of this method is attested by the present study. Spectral Reaction Mapping was a good tool for defining functional EEG changes showing the areas of maximal involvement in the mental process, their interrelationship and their functional failure in case of cerebral pathology. We could distinguish the functional mechanisms involved in the two types of choice (judgment) by which an individual, exposed to various life demands, adapts his behavior. In a comparable study effectuated on a Go- No-Go task

by Babiloni et al. (1) with a high resolution EEG (46 channels) and surface Laplacian estimation, the EEG Mapping images obtained were less relevant.

The changes we found are, additionally, specific. In a previous work (30), studying the imagistic effects of the verbal function, we utilized a set of simple sentences that the subjects had to “repeat” after a short period of time. The EEG Spectral Reaction Mapping evidenced then a very impressive activation of left Broca area (in dextrals), and not the activation of the dorsal prefrontal area. This fact sustains the assumption that the prefrontal granular cortex is specifically involved in the rational judgment mechanisms.

Role of the FLs in mental activity

In our opinion Conscience uses these two types of judgment in order to decide that a given action must, may or deserves to be done. There are several brain structures which prepare action (the coordinated activation of the motor centers) in response to a life demand. In straight cooperation, the FL centers decide “what” has to be done, the limbic structures (Hippocampus, as generator of psychomotor initiative) “when”, and the Parietal associative areas (site of intellectual activity) “how” an action must be done. A feedback, expressing the impact (good or bad) of our deeds in the outside world, returns and is also processed by the FLs, and also contributes to Conscience. Shakespeare complains what happens when an individual (Hamlet) has too much rational conscience: “Thus, conscience does make cowards of us all”... Generally, we are confronted in fact with a diminished rational conscience, due either to an evident damage of the FLs, or to their incomplete maturation (they mature towards 21 years), and with a rigid, inflexible type of conscience, manifested by the overwhelming predominance of the irrational (emotional) type of response. According to Messulam (16): “the socially appropriate comportment and moral conduct are dependent on the ability to transcend an egocentric point of view”, in other words, to pass from the unique emotional judgment, to rational judgment.

Our experiments showed that the two types of selection/choice, decision making, are subserved by distinct FL areas. These areas activation, demonstrated by EEG Mapping, occurs even in conditions of less working memory or evident

motor initiation, when subjects are asked to find the solution of a puzzle. When this puzzle consisted in a proverb interpretation, the EEG activation consisted, on Spectral Reaction Mapping, in a Delta-Theta / Alpha-Beta ratio enhancement in the projection area of the dorsal prefrontal cortex. The emotional/ffective judgment (paintings choice) induced the same ratio enhancement in the projection areas of both FLs orbital cortex. So, it seems that both types of judgment are normal, and may be both disturbed in pathologic conditions. Although the two types of judgment/conscience are opposite, they seem to contribute both to the human mind excellence. The rational conscience performs a better analysis of the situation to be resolved. The emotional conscience stimulates imagination, and the evolution of the arts.

When the left prefrontal cortex was damaged by a tumor (case D.G.), the normal left EEG reaction to proverbs interpretation was absent, and the test performance was concomitantly low, in spite of the appearance of a compensatory activation in the right prefrontal area. In another work (15), testing the Spectral Reaction to classical music (in a musically trained subject) by EEG Mapping, we found a characteristic activation in the right prefrontal area, in association with strong alpha synchrony in the left, a fact which denotes the specialization of these FL areas in relation with verbal, non-verbal functions. In patients with Epilepsy (V.M. and S.A) the increased excitability of the epileptic foci (either temporal or frontal-orbital) may induce a deviation of functional activation from the left prefrontal area; in such conditions the response of the dorsal FL area was considerably reduced, and the performance in proverb testing diminished, although the activation of the left posterior (parietal) association field continued to be strong. This may explain the “dilemma” regarding the destruction of the FLs: the intact persistence of cognition and intelligence. The functional disorders in FL patients disturb only judgment and conscience.

Scientists analyzing the FL syndrome (13) (16) (24) (28), described a profusion of psychological deficits, both in case of dorsal prefrontal and in case of basal, orbital cortex damage. They all stem from the ignored disturbance of the same original judgment mechanisms. Thus, it was demonstrated that patients with dorso-lateral prefrontal cortical damage become puerile, slovenly, facetious, irresponsible, incapable of abstract reasoning, problem solving, sequential

behavior, creativity, unable to grasp the context in a complex situation, may lose insight and foresight. Patients with basal, orbital FL cortex damage presented judgment disorders too. Our investigation in epileptics showed that the psycho-pathologic process is complex in this case, because damage or deficit in one FL basal area may induce a hyperactivation on the opposite side (32). At rest, when Delta activity prevails in one orbital area, Beta partial power may be enhanced in the opposite sibling one. Panic attacks occur in some cases, in younger subjects ADHD. The described symptomatology may result from a mixture of deficit and increased irritability causes. These patients also lose mental flexibility, their behavior becomes compulsive, stereotyped, egocentric, they often manifest delusions (of guilt or pursuit), have a tendency to fanaticism, they do not understand social constraints, are able to aggression (even murder), their behavior is often considered psychopathic or sociopathic. In our experience, patients with sagittal foci (on the internal face of the hemispheres) were those who became agitated (hypomaniac), had "grandeur" delusions and cognitive disorders (26).

The attempt of Damasio (5) to ascribe morality to the FLs function is not satisfactory; morality is not a brain function, but a reference behavioral scale, different from an individual to another. Moreover, the FL mechanisms do not decide only about ethic issues (right and wrong), but also about esthetic (beautiful-awful), axiological (value-non-value), cognitive (true-false), about forecast (good-bad) and practical issues (useful-useless). Judgment is a brain function and disposes of specific cortical areas and of distinct FL mechanisms. The differences between the two types of judgment may depend on the particular cyto-architectonics of the involved FL regions (7) (19) (20). The prefrontal dorsolateral area is one of

the latest achievements in brain development; it is a neo-neocortical area. The structure of this exclusively granular associative cortex is particular, presenting a tendency to loose columnar organization. Neurons are disposed in six layers, successive connections being formed (each neuron sends connections to other 5000 neurons). This particular arrangement can sustain, in our opinion, a heuristic type of judgment: gradual binary yes/no selection of the solution, by progressive, more and more refined steps (like in chess playing). Therefore, this type of judgment is slow and accompanied by doubt. The orbital FL cortex is much more primitive. It is non-granular or dys-granular, has only three layers with lower cellular density, strong afferent connections with emotional (motivational) centers like the amygdala and the hypothalamus, a pyramidal layer and strong efferent connections with the supplementary motor area from g. Cinguli. It has also some great size cells which are implicated in a special type of memory (in our opinion the memory of ideas accumulated during life, either by education or by personal experience). When decision taking is performed by these areas, it has a possible "algorithmic" mechanism, based on innate (ideals, desires) or acquired algorithms (faith, ideology). This type of judgment is strongly motivated, prompt, and has a high degree of certitude. Of course, these types of judgment have both drawbacks and respective qualities.

We believe that this approach of FLs function is favorable to further research of brain-mind interaction. A large amount of scientific works on the matter occurs presently (2) (5) (10). If the basic mechanisms of judgment, be it rational (logic) or irrational, can be studied in an imagistic way (either by Electroencephalography or by Magnetic Resonance), these procedures could be useful in a lot of mental diseases, from ADHD to Schizophrenia.

*

*

*

Bibliografie / Bibliography

1. Babiloni C, Babiloni F, Cappa SF, Cicotti F, Del Percio C, Maniassi C, Moretti OV, Rossi S, Sosta K, Rossini PM (2004): Human cortical responses during one-bit short-term memory. A high resolution EEG study on delayed choice reaction time-tasks. *Clin. Neurophysiol.*, 2004, 115, 161-170.
2. Bechara A (2005): Decision making, impulse control and loss of willpower to resist drugs. *Nature*, 8, 1458-1263.
3. Chao LL, Knight RT (1998): Contribution of human prefrontal cortex to delay performance. *J. Cogn. Neurosci.*, 10, 167-177.

4. Cohen JD, Perstein WH, Brauer TS, Nystrom LF, Noll DC, Jonides J, Smith EE (1997): Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*, 386, 604-606.
5. Damasio A (2010): *Self comes to Mind. Constructing the Conscious Brain.* Pantheon Books, New York.
6. D'Esposito M, Detre JA, Alsop DE, Shin RK, Atlas S, Rossman M (1995): The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*, 378, 273-281.
7. Del Arco A, Mora F (2009): Neurotransmitters and prefrontal cortex – limbic system interactions. Implications for plasticity and psychiatric disorders. *J. Neurol. Transm.*, 116, 941-952.
8. Diamond A, Goldman Rakic PS (1989) : Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's A- not B task: evidence for dependence on dorso- lateral prefrontal cortex. *Exp. Brain Res.*, 74, 24-40.
9. Diamond A, O'craven KA, Savoy RI (1998): Dorso-lateral prefrontal cortex contribution to working memory and inhibition as revealed by fMRI. *Society for Neuroscience. Abstracts*, 24, 1251.
10. Ernst LU, Pichta MM, Lutz E, et al (2013): Prefrontal activation patterns of automatic and regulated approach-avoidance reactions. A functional near infrared spectroscopy study. *Neuropsychologia*, 48, 131.
11. Fuster JM, Alexander GE (1971): Neuron activity related to short-term memory. *Science*, 193, 652-654.
12. Goldman PS, Rosvold HE, Vest B, Balkin TW (1971): Analysis of the delayed –alternation deficit produced by dorso-lateral prefrontal lesions in the rhesus monkey. *J. of Comp. Physiol. Psychiat*, 77, 212-220.
13. Knight RT, Stuss DT (2002): Prefrontal cortex. The present and the future. In: *Principles of Frontal Lobe function.* Stuss, D.T., Knight, RT. (Eds.), Oxford Univ. Press, pp. 8-30.
14. La Bar KS, Gitelman DR, Parrish TD, Mesulam MM (1999): Neuroanatomic overlap of working memory and spatial attention networks: a functional fMRI comparison within subjects. *NeuroImage*, 10, 695-704.
15. Matei M, Psatta DM, Teutsch W (2005): Cerebral processing of music. *Rom.J.Neurol.* 43, 67-77.
16. Mesulam MM (2002): The human Frontal Lobes: Transcending the Default Mode through contingent encoding. In: *Principles of Frontal Lobe function.* Stuss, D.T., Knight, RT (Eds). Oxford Univ.Press. pp 8-30..
17. Moscovitch M, Vinocur G (2002): The Frontal cortex and working with memory. In: *Principles of Frontal Lobe function.* Stuss,D.T., Knight R.T. (Eds). Oxford Univ. Press, pp. 188-209.
18. Penfield W, Milner B (1958): Memory deficit produced by bilateral lesions in the hippocampal zone. *AMA Arch.Neurol.Psychiat*, 74, 475-497.
19. Petrides M, Pandya DN (2002): Association pathways of the prefrontal cortex and functional observations. In: *Principles of Frontal Lobe function.* Stuss, D.T., Knight R.T. (Eds). Oxford Univ. Press, pp. 31-50.
20. Preuss TM (2000): What's human about the human brain. In: *The new cognitive Neurosciences.* Gazzaniga, M.S. (Ed). MIT Press, pp. 1219-1234.
21. Psatta DM (1972): EEG patterns of motivation in cats during approach- avoidance successive differentiation. *Rev. roum. Neurol.*, 9, 229-248.
22. Psatta DM (1972): EEG patterns of Short Term Memory in cats during approach - avoidance successive differentiation. *Rev. roum. Neurol.*, 9, 244-263.
23. Psatta DM (1977): Limbic electrical activity in neurotic cats. Its dependency on the cholinergic – adrenergic ratio. *Activitas Nervosa Sup.*, 19, 124-127.
24. Psatta DM (1977): Personality Disorders in Temporal Lobe and Frontal epilepsy. *Rev. roum. Neurol. Psychiat.*, 15, 301-308.
25. Psatta DM, Matei M, Burstein G (1988): Deterioration of verbal centers function in aphasics demonstrated by EEG Spectral Reaction Curves. *Rev.roum.Neurol.Psychiat*, 26, 237-250.
26. Psatta DM, Jipescu I, Matei M (1990): A personal computer used for Spectral Power EEG Mapping in Source Derivation. *Rev. roum. Neurol. Psychiat.*: 28, 79-86.
27. Psatta DM, Matei M, Jipescu I (1990): Contribution of EEG Mapping to diagnosis setting in a supratentorial damage. *Rev.roum. Neurol.Psychiat.* 28, 87-96.
28. Psatta DM, Tudorache B, Matei M, Diaciov S: Cerebral (1991) dysfunction revealed by EEG Mapping in the Schizofrom Epileptic Psychosis. *Rev.roum.Neurol.Psychiat.* 29, 81-98.
29. Psatta DM, Matei M (1996): EEG Mapping during auditory oddball stimulation; a comparison with P300 scalp distribution in normal controls and epileptic patients. *Rom.J.Neurol.*, 34, 35-53..
30. Psatta DM, Matei M (1998): EEG Spectral Reaction Mapping investigation of normal and impaired language function. *Rom. J. Neurol.*, 36, 99-111.
31. Psatta DM, Matei M (2001): Centrum ovalae demyelization revealed by EEG Mapping in multiple sclerosis. *Rom. J. Neurol.*, 39, 85-97.
32. Psatta DM, Matei M, Apostol M (2002): A new test for detecting EEG focalities in patients with epilepsy: Spectral Reaction Mapping by binocular flash stimulation. *Rom.J.Neurol.*, 40, 3-18.
33. Psatta DM, Matei M, Olaru M (2004): Auditory evoked potentials Mapping in Source Derivation. *Rom.J.Neurol.*, 42, 33-45.
34. Rowe J, Passingham RE (2001): Working memory for location and time: activity in prefrontal area 46 relates to selection rather than to maintenance in memory. *NeuroImage*, 14, 77-86.
35. Sowell ER, Thompson PM, Holmes CJ, Jernigan TL, Toga AW (1999): In vivo evidence for post adolescent brain maturation in frontal and striatal regions. *Nature. Neuroscience*, 2, 859-861.
36. Szentagothai J (1990): Cascade type reintrance: the major connectivity principle of the neocortex. In: *From Neuron to Action.* Decke, L., Eccles, J.C., Mountcastle, V.B. (Eds). Springer Verlag, pp 399-406.