

ناهنجاری‌های کوهرنس در نواحی فرونتال و تمپورال در کودکان ADHD - نوع مختلط: یک
مقایسه با کودکان ADHD - نوع کم توجه

Coherence abnormality of Temporal and Frontal areas in children with
ADHD-combined type

Amir Hossein Ghaderi

Mohammad Ali Nazari

Hassan Shahrokhi

Alireza Shafiei Kandjani

امیرحسین قادری*

محمدعلی نظری**

حسن شاهروخی***

علیرضا شفیعی کندجانی****

Abstract

In the recent years, the coherence index is used in many electroencephalographic studies for investigation of brain connectivity in children with ADHD disorder. It is suggested that the coherence is a useful index in discrimination of ADHD subjects from normal subjects. However, a few studies are accomplished in subtypes of ADHD to identify of differences in functional connectivity between ADHD subtypes. In this comparative study, the connectivity index of coherence between two hemispheres is compared between two groups with ADHD-combined type (ADHD-C, N=13) and ADHD-predominantly inattentive type (ADHD-I, N=10). The results show that the coherence between left temporal lobe and right frontal lobe is significantly increased in ADHD-combined type as compared with ADHD-inattentive type. This higher coherence is occurred in the Theta (4-8 Hz) and Alpha (8-12 Hz) frequency Bands. Results would suggest that hyperactivity and impulsivity in ADHD-combined type could be related to left temporal and right frontal connectivity deficiencies.

Keywords: ADHD-combined type, ADHD-inattentive type, Coherence, QEEG

چکیده

در مطالعات الکتروانسفالوگرافی در سال‌های اخیر، شاخص کوهرنس مکرراً برای بررسی ارتباطات بین نواحی مختلف مغزی در ADHD مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که می‌توان ویژگی‌های کوهرنس را به عنوان شاخصی مفید در افتراق عملکرد مغزی کودکان ADHD از کودکان نرمال در نظر گرفت. اما مطالعات اندکی به بررسی تفاوت‌های این شاخص و اتصالات کارکردی در زیر گروه‌های مختلف ADHD پرداخته‌اند. در این مطالعه مقایسه‌ای شاخص کوهرنس بین دو نیمکره، در کودکان دارای نقص توجه همراه با بیش‌فعالی (ADHD - نوع مختلط، N=13) و کودکان دارای نقص توجه بدون بیش‌فعالی (ADHD - نوع کم توجه، N=10) مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که کوهرنس در کودکان ADHD - نوع مختلط نسبت به کودکان ADHD - نوع کم توجه، در ارتباط بین نواحی تمپورال چپ با فرونتال راست در باندهای فرکانسی آلفا و تتا دارای افزایش معنی‌دار است. این نتیجه پیشنهاد می‌کند که بیش‌فعالی و حرکات تکانشی در گروه ADHD - نوع مختلط، می‌تواند با نقص در ارتباطات بین نواحی تمپورال چپ و فرونتال راست مرتبط باشد.

واژه‌های کلیدی: اختلال ADHD - نوع مختلط، اختلال ADHD - نوع کم توجه، کوهرنس، الکتروانسفالوگرافی کمی

* دانشجوی دکترای علوم اعصاب شناختی، گروه روانشناسی،

دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز

** عضو هیات علمی گروه روانشناسی، آزمایشگاه علوم اعصاب شناختی، دانشگاه تبریز

*** فوق تخصص روانپزشکی کودک و نوجوان، مرکز تحقیقات روانپزشکی و علوم رفتاری، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

**** عضو هیات علمی روانپزشکی، مرکز تحقیقات روانپزشکی و علوم رفتاری، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

مقدمه

اختلال عدم توجه همراه با بیش‌فعالی، معمولاً با عدم توجه، حرکت‌های تکانشی و فعالیت بیش از حد مشخص می‌گردد. مطالعات نورواناتومیکی فراوان نشان داده‌اند که افراد مبتلا به این اختلال ساختار مغزی غیر معمولی دارند. این مطالعات نشان داده‌اند که در نواحی مختلفی حجم ساختارهای مغزی نسبت به افراد سالم کوچک‌تر می‌باشد. این نواحی شامل قشر فرونتال در دو طرف (فلیپک و همکاران، ۱۹۹۷)، عقده‌های قاعده‌ای (کیو و همکاران، ۲۰۰۹) و مخچه (کاستلانوس و همکاران، ۱۹۹۶) است. در سال‌های اخیر فرضیه‌ی اختلال در ارتباطات مغزی در این افراد مطرح شده است (کونارد و همکاران، ۲۰۱۰). این فرضیه به جای تمرکز بر روی یک ناحیه از مغز به ناهنجاری‌های منتشر در ارتباطات بین نواحی مختلف مغز تمرکز می‌کند (سرچینت و همکاران، ۲۰۰۶). شاخص کوهرنس یکی از متداول‌ترین ابزارها برای بررسی ارتباطات بین نواحی مختلف مغزی از طریق EEG است. به طور کلی می‌توان گفت که کوهرنس اطلاعاتی در مورد اختلاف فاز و دامنه بین دو سیگنال را به دست می‌دهد. در مطالعات EEG، کوهرنس بین دو سیگنال ثبت شده از دو الکتروود مختلف اندازه‌گیری می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که شاخص کوهرنس در اختلالاتی همچون اسکیزوفرنی (مرین و همکاران، ۱۹۸۹؛ یرگانی و همکاران، ۲۰۰۶)، آلزایمر (لوکاتلی و همکاران، ۱۹۹۸؛ بستورن و همکاران، ۱۹۹۴؛ آلد و همکاران، ۲۰۰۳) افسردگی (احمدلو و همکاران، ۲۰۱۳؛ دافی و همکاران، ۲۰۱۱) و بسیاری دیگر از اختلالات نوروسایکولوژیک (ایساک و بایلی، ۲۰۱۲؛ دافی و همکاران، ۲۰۱۳؛ ولیکوا و همکاران، ۲۰۱۰؛ پینولد و همکاران، ۲۰۱۲؛ نظری و همکاران، ۲۰۱۲) دستخوش تغییر می‌گردد.

در مورد کودکان دارای ADHD نیز مطالعاتی بر روی کوهرنس صورت گرفته است. موریس و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه بر روی ۴۲ نفر از کودکان دارای ADHD در مقایسه با ۲۱ کودک سالم دریافته‌اند که کوهرنس کودکان ADHD، یک افزایش در باند فرکانسی آلفا در نواحی فرونتال (درون نیمکره) نشان می‌دهد. کلارک و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه بر روی ۳۴ کودک دارای ADHD در مقابل ۳۴ کودک سالم نشان دادند که کوهرنس در ارتباطات بین دو نیمکره برای کودکان مبتلا به ADHD نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است. این افزایش به خصوص در باندهای فرکانسی تتا و بتا دیده شده است. نتایج این مطالعه عدم ارتباط صحیح بین نواحی فرونتال و سایر نواحی مغز را در مبتلایان به ADHD تایید می‌کند (کلارک، ۲۰۰۷). همچنین مطالعه داپای و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش کوهرنس بین دو نیم کره را در افراد دارای ADHD نسبت به افراد سالم تایید می‌کند. از طرف دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که میزان کوهرنس بین نواحی مختلف، می‌تواند نشانگر عملکردهای ویژه-ای نظیر: حافظه کاری (ساوسنگ و همکاران، ۲۰۰۵)، هوش (تاچر، ۲۰۰۵)، یادگیری تداعی (میلتنر و همکاران، ۱۹۹۹) و سایر عملکردهای مغز باشد (چان و پولیچ، ۲۰۰۶؛ دیلیک و برونسون، ۱۹۸۱). از این

ناهنجاری‌های کوهرنس در نواحی فرونتال و تمپورال در کودکان ADHD - نوع مختلط: ...

میان، تغییر کوهرنس بین نواحی تمپورال و فرونتال با حافظه کاری (ساوسنگ، ۲۰۰۵؛ سالازار، ۲۰۱۲)، حافظه کوتاه مدت (بایبلونی، ۲۰۰۴) و حافظه بلند مدت (بایبلونی، ۲۰۰۶) در ارتباط است. واندر هلدن و همکاران (۲۰۱۰) نشان داده‌اند که کسب مهارت‌های حرکتی جدید از طریق تکرار اعمال دیده شده، منجر به تغییر در کوهرنس در دو نیمکره در نواحی فرونتال راست و تمپورال و در باند فرکانسی آلفا می‌گردد. این تغییرات می‌تواند به خاطر فعال شدن نرون‌های آینه‌ای و تغییر سیگنال در ناحیه تمپورال باشد (واندر هلدن و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین مطالعه دیگری تغییر کوهرنس در باند فرکانسی آلفا را حین طرح ریزی برای عمل و همچنین حین انجام عمل، تایید می‌کند (سیلویا و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به تعریف، سه زیر گروه برای اختلال نقص توجه همراه با و یا بدون بیش‌فعالی (AD/HD)، تحقیقات مختلف این زیرگروه‌ها را از نظر نیمرخ‌های رفتاری، همبودی اختلالات مختلف، زیر بنای عصب-روان-شناختی و الگوی امواج مغزی بررسی کرده‌اند (دیاموند و همکاران، ۲۰۰۵). حجم وسیعی از شواهد نشان می‌دهد که زیرگروه ترکیبی (ADHD - نوع مختلط) و زیر گروه غلبه با بیش‌فعالی / تکانش‌گری (HD) اختلال‌های مجزایی هستند (بارکلی و همکاران، ۱۹۹۷؛ دیاموند و همکاران، ۲۰۰۵). برخی نیز معتقدند زیر گروه غلبه با کمبود توجه (ADHD - نوع کم توجه) یک اختلال مجزا بوده و به عنوان زیر گروه اختلال AD/HD محسوب نمی‌شود (دیاموند و همکاران، ۲۰۰۵؛ بارکلی و همکاران، ۲۰۰۶؛ براون و همکاران، ۲۰۰۸). در سال‌های اخیر، با پیشرفت علوم اعصاب تلاش شده است که در کنار مطالعات رفتاری، نوروپسیکولوژیک و بالینی، با بررسی عملکرد مغزی این دسته اختلال، درک عمیقی از تفاوت احتمالی بین زیر گروه‌های مختلف حاصل شود. مطالعات صورت گرفته در زمینه کوهرنس کودکان AD/HD، بیشتر ویژگی‌های این کودکان را با افراد سالم مورد بررسی قرار داده است (موریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ کلارک و همکاران، ۲۰۰۷؛ داپای و همکاران، ۲۰۱۰)، اما تمرکز چندانی بر مقایسه بین زیرگروه‌ها به ویژه مقایسه بین زیرگروه ترکیبی (ADHD - نوع مختلط) و زیر گروه غلبه با کمبود توجه (ADHD - نوع کم توجه) وجود نداشته است.

این مطالعه به بررسی شاخص کوهرنس بین دو زیر ADHD - نوع مختلط و ADHD - نوع کم توجه اختصاص یافته است. از آنجا که هر دو زیر گروه در نقص توجه مشترک بوده، اما از حیث بیش‌فعالی متفاوت هستند، می‌توان انتظار داشت که تفاوت در دو زیرگروه عمدتاً با ویژگی بیش‌فعالی مرتبط باشد. بر اساس مشاهدات مطرح شده در بالا در مورد افزایش کوهرنس در کودکان ADHD و همچنین افزایش این شاخص در باند آلفا بین لوب تمپورال و فرونتال به هنگام آمادگی برای عمل در افراد عادی (واندر هلدن و همکاران، ۲۰۱۰)، می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که احتمالاً بیش‌فعالی و بروز رفتارهای تکانشی در کودکان دارای ADHD با افزایش کوهرنس در نواحی یاد شده مرتبط باشد.

روش

مطالعه بر روی ۱۳ کودک (۱۰ پسر و ۳ دختر) دارای اختلال نقص توجه همراه با بیش‌فعالی (DHD) - نوع مختلط) و ۱۰ کودک (۷ پسر و ۳ دختر) دارای اختلال نقص توجه، بدون بیش‌فعالی (ADHD) - نوع کم توجه) در محدوده سن ۶ تا ۱۲ سال و با میانگین سنی ۸٫۶ برای ADHD - نوع کم توجه و ۸٫۶۱ برای ADHD - نوع مختلط صورت گرفته است. با توجه به مطالعات قبلی مشخص شده است که جنسیت نقش چندانی در تعیین میزان کوهرنس در حالت استراحت ندارد، لیکن برای کنترل متغیر سن، آزمون آماری واریانس بین دو گروه صورت پذیرفت که نتایج نشان داد این متغیر بین دو گروه اختلاف معناداری ندارد. معیارهای نقص توجه و بیش‌فعالی براساس DSM-IV بر اساس مشاهدات رفتاری، آزمون‌های کانرز، SNAP-IV و تشخیص فوق تخصص روانپزشکی کودک و نوجوان در مرکز چند تخصصی اعصاب و روان کودک و نوجوان همراه در شهر تبریز صورت گرفته است. معیارهای ورود به این پژوهش عبارت بودند از:

۱- از کلیه شرکت کنندگان در این آزمایش رضایت‌نامه آگاهانه شرکت در پژوهش اخذ شده است. ۲- سایر اختلالات عصب-روانشناختی نظیر اوتیسم، اختلال خواندن و ... برای شرکت کنندگان در پژوهش مطرح نبوده است. ۳- کلیه شرکت کنندگان حداقل یک هفته قبل از پژوهش از مصرف داروهای محرک از جمله متیل فنیدات خودداری کرده‌اند. ۴- هیچ‌کدام از شرکت کنندگان این پژوهش سابقه تشنج و یا بیماری‌های نورولوژیکی و همچنین آسیب‌های مغزی از جمله ضربه به سر را نداشته‌اند. در صورت خلل در هر کدام از موارد فوق، آزمودنی از آزمون حذف شده است.

ابزار

کانرز: مقیاس درجه‌بندی کانرز فرم معلم (Canner's Teacher Rating Scale -CTRS) به طور متداول برای پژوهش و ابزاری بالینی برای ارزیابی رفتار کودکان در کلاس به کار می‌رود (کانرز و همکاران، ۱۹۹۸). مقیاس کانرز فرم معلم دارای دو نسخه ی ۲۸ و ۳۹ گویه‌ای است که هر گویه دارای ۴ گزینه بوده و از ۰ تا ۳ نمره گذاری می‌شود. در این پژوهش از نسخه ی ۲۸ گویه‌ای استاندارد شده در تبریز (بهراری قره گوز و همکاران، ۱۳۹۲) استفاده گردیده است. ضرایب پایانی مقیاس مذکور به روش بازآزمایی با فاصله‌ی دو هفته برای بیش‌فعالی و نقص توجه به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۰ بدست آمده است. به لحاظ روایی ملاکی، بین نمره‌های گروه‌های عادی و بالینی در همهی خرده مقیاس‌ها تفاوت معنی‌دار گزارش شده است (بهراری قره گوز و همکاران، ۱۳۹۲).

مقیاس درجه‌بندی SNAP-IV (فرم والدین): این مقیاس دارای ۱۸ سوال است که معمولاً برای درجه‌بندی و تعیین زیرگروه‌های ADHD به کار می‌رود (سوانسون، ۱۹۹۴؛ سوانسون و همکاران ۱۹۹۲). از ۱۸ سوال، ۹ سوال مربوط به تشخیص ADD و ۹ سوال نیز به تشخیص HD اختصاص

ناهنجاری‌های کوهرنس در نواحی فرونتال و تمپورال در کودکان ADHD - نوع مختلط: ...

دارد. بنابراین، با کمک این مقیاس سه نوع تشخیص می‌توان ارائه داد. بر اساس پژوهش صدرالسادات و همکاران (۱۳۸۶)، این مقیاس دارای سه عامل است که مجموعاً ۵۶ درصد واریانس را تعیین می‌کند. آلفای کرونباخ نیز برابر ۹۰ درصد گزارش شده است.

ثبت EEG: EEG در شرایط چشم بسته و از طریق آمپلی‌فایر ۱۹ کاناله MITSAR و با نرم افزار WinEEG با نرخ نمونه‌برداری ۲۵۰ هرتز توسط کلاه EEGcap ۱۹ کاناله (براساس نظام بین المللی ۱۰-۲۰) ثبت گردید. در ثبت اولیه، مونتاژ تک قطبی با مرجع میانگین دو گوش استفاده گردید. به شرکت کنندگان توضیح داده شد که در حین ثبت از حرکات اضافی پرهیز نموده و در حالت راحت باشند. در ضمن، در حین ثبت از چرت زدن احتمالی شرکت کنندگان (که منجر به غالب شدن امواج آهسته می‌شود) جلوگیری به عمل آمد. برای هر شرکت کننده ۵ دقیقه سیگنال با فیلتر میان گذر ۰.۱ هرتز تا ۵۰ هرتز ثبت گردید که به طور میانگین ۹۰ ثانیه از سیگنال عاری از آرتیفکت برای آنالیز طیفی مورد استفاده قرار گرفت. شایان ذکر است که حذف آرتیفکت به صورت دستی توسط متخصص امر صورت گرفت.

آنالیز طیفی کوهرنس: کوهرنس نشان دهنده ضریب همبستگی بین دو سیگنال است که می‌تواند معیاری از ثابت بودن فاز بین دو سیگنال در یک فرکانس خاص باشد و می‌تواند مقداری بین صفر تا ۱ اتخاذ کند. کوهرنس صفر نشان دهنده تغییرات بسیار زیاد فاز بین دو سیگنال است، در حالی که کوهرنس ۱ مبین آن است که دو سیگنال در طول زمان اختلاف فاز ثابتی دارند (صناعی و چمبرز، ۲۰۰۸). برای به دست آوردن طیف فرکانس سیگنال‌های زمانی از الگوریتم تبدیل فوریه سریع^۱ (FFT) استفاده شده و باندهای فرکانسی رایج دلتا (۱ هرتز تا ۴ هرتز)، تتا (۴ هرتز تا ۸ هرتز)، آلفا (۸ هرتز تا ۲۵ هرتز) و بتا (۱۲ هرتز تا ۲۵ هرتز) و بتای بالا (۲۵ هرتز تا ۳۰ هرتز) مورد مطالعه قرار گرفت. محاسبه کوهرنس از طریق رابطه متداول آن صورت گرفته است. این رابطه عبارت است از (صناعی و چمبرز، ۲۰۰۸):

$$\text{Coh}_{ij}^2(\omega) = \frac{E[C_{ij}(\omega)]^2}{E[C_{ii}(\omega)]E[C_{jj}(\omega)]}$$

که در آن $C_{ij}(\omega) = X_i(\omega)X_j^*(\omega)$ ، همان ضرایب همبستگی ضربی^۲ بین کانال‌های i و j در EEG است. این رابطه، برای محاسبه کوهرنس در یک فرکانس خاص است. در این مطالعه با توجه به

^۱ - fast Fourier transform

^۲ - Cross correlation

اینکه طیف‌های فرکانسی متداول مدنظر هستند، کوهرنس با توجه به رابطه فوق در فرکانس‌های واحد محاسبه گردیده است و سپس میانگین گیری در محدوده فرکانسی مورد نظر صورت پذیرفته است.

تجزیه و تحلیل آماری: برای مقایسه کوهرنس دو گروه در باندهای فرکانسی دلتا، تتا، آلفا و بتا، از آنالیز واریانس بین گروهی چند متغیره (MANOVA) استفاده شد. جمعا کوهرنس ۲۴ جفت الکتروود که مربوط به نواحی فرونتو- تمپورال بین دو نیمکره است، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این جفت الکتروودها عبارتند از: F4- FP2-T3, FP2-T5, FP2-C3, FP2-P3, F4-T3, F4-T5, F4- C3, F4-P3, F8-T3, F8-T5, F8-C3, F8-P3 (در ارتباط بین فرونتال راست و تمپورال چپ) و FP1-T4, FP1-T6, FP1-C4, FP1-P4, F3-T4, F3-T6, F3-C4, F3-P4, F7-T4, F7-T6, F7-C4, F7-P4 (در ارتباط بین فرونتال چپ و تمپورال راست).

نتایج

نتایج مندرج در جدول ۱ و ۲ برای ۲۴ جفت الکتروود و در باندهای فرکانسی مختلف به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که کوهرنس در افراد ADHD نسبت به افراد ADD در ۴ جفت الکتروود در باند آلفا و یک جفت الکتروود در باند دلتا، افزایش معنی‌دار نشان داده است (جدول ۱). جفت الکتروودهای باند آلفا عبارتند از FP2-T5, F8-T3, FP2-T3, F4-T5 و جفت الکتروود باند دلتا FP2-T5 هستند که همگی ارتباط دهنده نواحی تمپورال چپ و فرونتال راست می‌باشند. در شکل ۱، به تفکیک باند فرکانسی، بین جفت الکتروودهایی که میزان تفاوت کوهرنس در آن‌ها معنی‌دار بوده است، خطوطی رسم شده است.

بحث

در این مطالعه به بررسی کوهرنس در جفت الکتروودهای EEG بین دو نیم‌کره مغز پرداختیم. این مطالعه بر روی دو گروه ADHD- نوع مختلط و ADHD- نوع کم توجه صورت گرفته است. با توجه به این که دو گروه در نقص توجه ویژگی‌های مشترکی را بروز می‌دهند و تفاوت آشکار آن‌ها در بروز بیش-فعالی است، بنابراین می‌توان تفاوت‌های دوگروه را به بیش‌فعالی و رفتارهای تکانشی و/یا اثر ترکیبی بیش‌فعالی و کم توجهی نسبت داد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کودکان با طیف ترکیبی اختلال ADHD نسبت به کودکان ADHD- نوع کم توجه کوهرنس افزایش یافته‌ای را در نوسانات مغزی با فرکانس آلفا بروز می‌دهند. این افزایش به طور اختصاصی مربوط به نواحی بین فرونتال راست و تمپورال چپ است. افزایش کوهرنس بین دو سیگنال، نشان‌دهنده ثابت بودن فاز بین دو سیگنال در طول زمان است (صانعی و چمبرز، ۲۰۰۸). در سیگنال‌های EEG ثابت بودن فاز می‌تواند به دو دلیل رخ دهد: دلیل نخست وجود

انتقال حجمی بر روی پوست سر و یا از طریق بافت مغز و جمجمه است. به این ترتیب، فعالیت الکتروفیزیولوژیکی رخ داده در یک ناحیه از مغز ممکن است با یک اختلاف فاز ثابت در دو ناحیه مختلف و از طریق دو الکتروود متفاوت ثبت شود. به طور معمول، این مساله در الکتروودهای مجاور رخ می‌دهد و مهمترین دلیل بالا بودن کوهرنس بین این الکتروودهاست. اما دلیل دوم برای ثابت بودن فاز و بالا بودن کوهرنس بین الکتروودها، اتصالات سیناپسی و دخیل بودن یک مدار عصبی ثابت بین دو ناحیه از مغز است. اگر بین دو ناحیه (عمدتا دور از هم) مدار سیناپسی نسبتا ثابتی برقرار باشد، فعالیت یک ناحیه همواره با اختلاف فاز ثابتی به ناحیه دوم خواهد رسید و به این ترتیب می‌توان گفت که دو ناحیه با یک اختلاف زمانی ثابت درگیر یک کارکرد مغزی مشترک شده‌اند. از آنجا که در این مطالعه جفت الکتروود-های دور از هم بررسی شده‌اند، می‌توان از اثر انتقال حجمی صرف نظر کرده و تنها اثر اتصال سیناپسی را مد نظر قرار داد. به همین خاطر، می‌توان گفت که نواحی تمپورال چپ و فرونتال راست در گروه کودکان با طیف ترکیبی اختلال ADHD - نوع مختلط، بیش از حد درگیر کارکرد مغزی مشترکی شده‌اند. با توجه به آنکه مطالعه بین دو گروه که هر دو در نقص توجه مشترک هستند صورت گرفته است، می‌توان گفت که این کارکرد مشترک مربوط به اختلال عدم توجه نیست، بلکه مربوط به تفاوت دو گروه، یعنی بیش‌فعالی و رفتارهای تکانشی و/یا اثر تعاملی بیش‌فعالی/تکانشگری و کم‌توجهی است. مطالعات قبلی نشان می‌دهند که یک افزایش کوهرنس در کودکان ADHD نسبت به کودکان سالم وجود دارد (موریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ کلارک و همکاران، ۲۰۰۷؛ داپای و همکاران، ۲۰۱۰). این افزایش هم بین نواحی یک نیمکره (موریس و همکاران، ۲۰۰۷) و هم بین نواحی دو نیمکره (کلارک و همکاران، ۲۰۰۷؛ داپای و همکاران، ۲۰۱۰) دیده شده است. همچنین این افزایش کوهرنس در باندهای فرکانسی مختلف از جمله آلفا (موریس و همکاران، ۲۰۰۷) و تتا و بتا (کلارک و همکاران، ۲۰۰۷) دیده می‌شود. در مطالعه حاضر، مشاهده می‌شود که افزایش کوهرنس در گروه ADHD - نوع مختلط نسبت به گروه ADHD - نوع کم توجه بیشتر در باند فرکانسی آلفا و در نواحی بین فرونتال و تمپورال بوده است (شکل ۱-ج و جدول ۱).

نتایج پژوهش‌های واندرهلدن و همکاران (۲۰۱۰) و همچنین سیلویا و همکاران (۲۰۱۲) تایید می‌کنند که افزایش کوهرنس در باند آلفا در نواحی فرونتال، تمپورال و پاریتال مرتبط با حرکات ارادی، آمادگی برای عمل و یادگیری مهارت‌های حرکتی جدید است. با توجه به این نتایج و همچنین یافته‌های این پژوهش، می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که افزایش کوهرنس در باند فرکانسی آلفا مرتبط با حرکت بوده و به طور خاص افزایش این شاخص بین نواحی فرونتال راست و تمپورال چپ در کودکان ADHD - نوع مختلط نسبت به کودکان ADHD - نوع کم توجه می‌تواند دلیلی برای بروز رفتارهای تکانشی و بیش‌فعالی باشد. همچنین با توجه به مفهوم کوهرنس این فرضیه مطرح می‌شود که کارکرد

مشترک غیر متعارف بین ناحیه تمپورال چپ و فرونتال راست و دخیل بودن یک مدار سیناپسی ثابت در طی زمان بین این نواحی، می‌تواند به عنوان ویژگی اختصاصی بیش فعالی و همچنین به عنوان معیاری در تشخیص ADHD- نوع مختلط و یا افتراق زیرگروه‌های AD/HD در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری

رفتارهای تکانشی و بیش فعالی در کودکان ADHD- نوع مختلط، همراه با فعالیت یک مدار سیناپسی ثابت بین نواحی تمپورال چپ و فرونتال راست است که این مدار در طول زمان دینامیک و تغییرات لازم را ندارد. این نتیجه با توجه به افزایش کوهرنس بین این نواحی در کودکان ADHD- نوع مختلط در مقایسه با کودکان ADHD- نوع کم توجه استنباط می‌شود. با این وجود، این فرضیه همچنان به مطالعات بیشتری نیازمند است که می‌تواند با نمونه‌ای با حجم بزرگتر صورت گیرد. همچنین آنالیز بر روی شبکه‌های پیچیده ناشی از کوهرنس در این دو گروه، می‌تواند روشن کننده جزئیات بیشتری در مورد این فرضیه باشد.

در شکل ۱ (صفحه بعد) نکات زیر قابل توجه است:

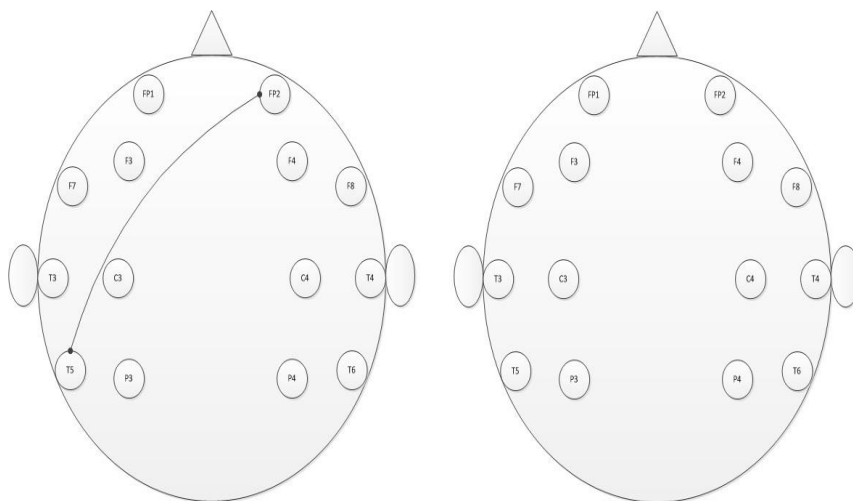
خطوط ارتباط دهنده بین جفت الکترودها، نشانگر وجود بالاتر بودن معنادار کوهرنس و عدم وجود خط نیز حاکی از عدم معناداری در گروه ADHD- نوع مختلط نسبت به گروه ADHD- نوع کم توجه است. الف) در باند فرکانسی دلتا گروه ADHD- نوع مختلط نسبت به ADHD- نوع کم توجه کوهرنس بالاتری را بین FP8-T5 دارد.

ب) در باند فرکانسی تتا اختلاف معنی داری بین دو گروه در جفت الکترودهای مورد بررسی مشاهده نشد.

ج) در باند فرکانسی آلفا گروه ADHD- نوع مختلط نسبت به گروه ADHD- نوع کم توجه کوهرنس بالاتری را بین جفت الکترودهای F4-T5, F8-T3, FP2-T3, FP2-T5 دارد.

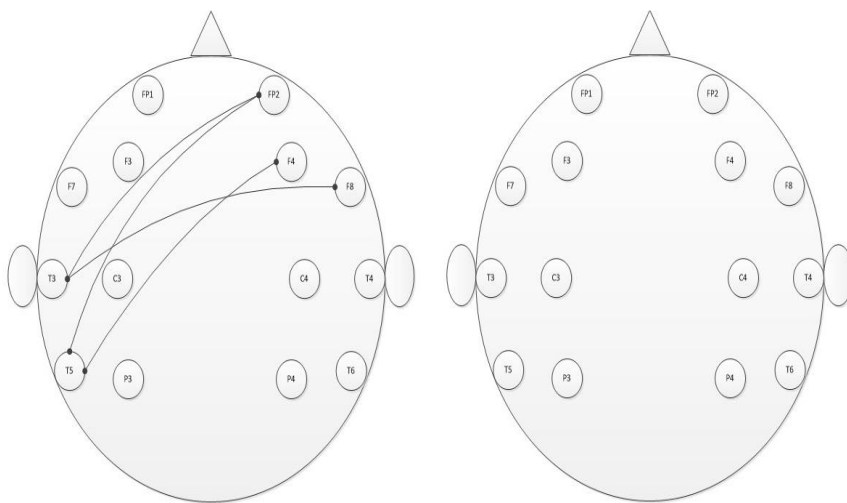
د) در باند فرکانسی بتا اختلاف معنی داری بین دو گروه در جفت الکترودهای مورد بررسی مشاهده نشد.

ناهنجاری‌های کوهرنس در نواحی فرونتال و تمپورال در کودکان ADHD - نوع مختلط: ...



الف) باند فرکانسی دلتا

ب) باند فرکانسی تتا



ج) باند فرکانسی آلفا

د) باند فرکانسی بتا

شکل ۱: کوهرنس در چهار باند فرکانسی در گروه ADHD - نوع مختلط نسبت به گروه ADHD - نوع کم توجه

جدول ۱: خلاصه نتیجه MANOVA برای بررسی تفاوت میزان کوهرنس دو گروه ADHD- نوع مختلط و ADHD- نوع کم توجه بین جفت الکترودهای فرونتال راست و تمپورال چپ

P	F	df	Mean Square	جفت الکترودهای باند فرکانسی	P	F	df	Mean Square	جفت الکترودهای باند فرکانسی
۰/۷۲۶	۰/۵۱۵			F4-C3	۰/۰۲۸	۳/۵۰۸			FP2-T3
۰/۱۷۵	۱/۹۷۳	۱	۲۴۶/۵۰۲	دلنا	۰/۱۰۴	۲/۸۸۱	۱	۲۶۸/۱۱۵	دلنا
۰/۳۲۴	۱/۰۲۰	۱	۸۹/۲۳۳	تتا	۰/۱۴۶	۲/۲۷۹	۱	۴۲/۴۱۸	تتا
۰/۳۰۱	۱/۱۲۶	۱	۱۱۰/۶۹۰	آلفا	۰/۰۲۶	۵/۷۰۸	۱	۲۱۳/۲۲۱	آلفا
۰/۷۲۶	۰/۱۲۶	۱	۱۰/۹۴۰	بتا	۰/۲۹۱	۱/۱۷۴	۱	۳۳/۸۱۶	بتا
۰/۱۱۹	۲/۱۳۱			F4-P3	۰/۰۰۱	۷/۲۶۷			FP2-T5
۰/۱۹۹	۱/۷۶۲	۱	۱۳۴/۵۹۴	دلنا	۰/۰۲۱	۶/۲۳۰	۱	۱۳۱/۷۳۵	دلنا
۰/۷۹۷	۰/۰۶۸	۱	۳/۳۰۸	تتا	۰/۰۶۸	۳/۶۸۹	۱	۳/۲۲۵	تتا
۰/۲۸۳	۱/۲۱۶	۱	۶۶/۰۵۴	آلفا	۰/۰۴۹	۴/۳۵۴	۱	۱۵۹/۵۴۶	آلفا
۰/۸۹۱	۰/۰۱۹	۱	۰/۷۹۵	بتا	۰/۴۱۹	۰/۶۸۱	۱	۱/۴۲۷	بتا
۰/۰۴۹	۲/۹۴۱			F8-T3	۰/۵۱۸	۰/۸۳۹			FP2-C3
۰/۲۸۴	۱/۲۰۹	۱	۱۵۵/۷۲۳	دلنا	۰/۱۸۷	۱/۸۵۶	۱	۳۴۵/۶۵۹	دلنا
۰/۳۰۴	۱/۱۱۲	۱	۱۸/۹۹۸	تتا	۰/۱۷۱	۲/۰۱۱	۱	۷۹/۸۲۷	تتا
۰/۰۰۳	۱۱/۳۷۸	۱	۱۶۲/۵۳۱	آلفا	۰/۱۱۲	۲/۷۵۳	۱	۱۶۸/۰۲۳	آلفا
۰/۱۱۵	۲/۷۰۳	۱	۲/۷۰۳	بتا	۰/۳۶۸	۰/۸۴۵	۱	۳۵/۱۵۲	بتا
۰/۰۳۴	۳/۲۹۹			F8-T5	۰/۰۹۸	۲/۳۰۲			FP2-P3
۰/۱۲۴	۲/۵۶۴	۱	۱۱۱/۱۴۶	دلنا	۰/۱۰۱	۲/۹۴۹	۱	۱۱۱/۱۴۶	دلنا
۰/۴۵۲	۰/۵۸۷	۱	۶/۱۲۵	تتا	۰/۴۹۹	۰/۴۷۴	۱	۶/۱۲۵	تتا
۰/۲۲۴	۱/۵۷۲	۱	۷۳/۰۰۷	آلفا	۰/۱۳۰	۲/۴۸۸	۱	۷۳/۰۰۷	آلفا
۰/۰۶۶	۳/۷۶۲	۱	۰/۲۱۰	بتا	۰/۹۱۵	۰/۰۱۲	۱	۰/۲۱۰	بتا
۰/۴۳۰	۱/۰۰۶			F8-C3	۰/۳۰۵	۱/۳۰۵			F4-T3
۰/۵۹۶	۰/۲۹۰	۱	۴۰/۴۹۱	دلنا	۰/۰۹۸	۳/۰۰۱	۱	۲۸۷/۶۵۵	دلنا
۰/۳۶۴	۰/۸۶۱	۱	۳۳/۵۳۰	تتا	۰/۴۴۷	۰/۶۰۰	۱	۲۰/۰۵۸	تتا
۰/۰۴۶	۴/۴۹۶	۱	۱۷۱/۱۸۳	آلفا	۰/۰۶۲	۳/۸۸۸	۱	۱۵۴/۱۷۵	آلفا
۰/۵۴۱	۰/۳۸۷	۱	۱۰/۸۷۶	بتا	۰/۵۵۲	۰/۴۲۴	۱	۱۰/۲۱۶	بتا
۰/۰۷۰	۲/۶۱۰			F8-P3	۰/۰۲۱	۳/۸۰۶			F4-T5
۰/۲۸۴	۱/۲۱۱	۱	۴۹/۲۴۸	دلنا	۰/۰۵۳	۴/۱۸۹	۱	۱۶۶/۱۴۷	دلنا
۰/۶۵۱	۰/۲۱۱	۱	۱/۲۹۷	تتا	۰/۱۸۹	۱/۸۴۳	۱	۱۱/۲۲۷	تتا
۰/۰۲۵	۵/۸۱۱	۱	۹۱/۱۳۴	آلفا	۰/۰۲۵	۵/۷۸۵	۱	۱۲۸/۲۹۲	آلفا
۰/۹۶۳	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۲۱	بتا	۰/۸۸۹	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۷۲	بتا

مقادیر P و F در سطر مربوط به جفت الکترودها بیانگر مقدار لامبدای ویلکز است.

ناهنجاری‌های کوهرنس در نواحی فرونتال و تمپورال در کودکان ADHD - نوع مختلط: ...

جدول ۲: خلاصه نتیجه MANOVA برای بررسی تفاوت میزان کوهرنس دو گروه ADHD - نوع مختلط و ADHD - نوع کم توجه بین جفت الکترودهای فرونتال چپ و تمپورال راست

P	F	df	Mean Square	جفت الکترودهای فرونتال چپ و تمپورال راست	P	F	df	Mean Square	جفت الکترودهای فرونتال چپ و تمپورال راست
-.۵۴۱	۰/۷۹۹			F3-C4	۰/۹۰۸	۰/۲۴۶			FP1-T4
-.۱۱۲	۲/۷۵۹	۱	۳۰۴/۲۴۰	دلنا	۰/۴۱۹	۰/۶۷۹	۱	۸۱/۶۹۵	دلنا
-.۷۲۵	۰/۱۲۸	۱	۱۵/۷۱۹	تتا	۰/۵۹۶	۰/۲۹۰	۱	۱۴/۲۳۴	تتا
-.۸۲۲	۰/۰۵۲	۱	۶/۳۶۱	آلفا	۰/۳۹۵	۰/۷۵۴	۱	۳۳/۴۳۴	آلفا
-.۷۵۴	۰/۱۰۱	۱	۷/۲۲۰	بتا	۰/۶۷۳	۰/۱۸۳	۱	۲/۱۱۷	بتا
-.۷۰۹	۰/۵۳۹			F3-P4	۰/۳۹۱	۱/۰۹۱			FP1-T6
-.۲۱۴	۱/۶۴۵	۱	۱۲۲/۷۰۵	دلنا	۰/۱۶۲	۲/۰۹۹	۱	۶۰/۴۹۳	دلنا
-.۱۶۰۸	۰/۲۷۲	۱	۱۸/۱۳۱	تتا	۰/۹۰۱	۰/۰۱۶	۱	۰/۱۲۵	تتا
-.۳۹۳	۰/۷۵۹	۱	۳۹/۳۶۷	آلفا	۰/۴۷۶	۰/۵۲۷	۱	۶۳/۹۱۲	آلفا
-.۷۵۶	۰/۰۹۹	۱	۳/۷۰۸	بتا	۰/۵۷۷	۰/۳۲۱	۱	۰/۴۷۳	بتا
-.۵۰۳	۰/۸۶۶			F7-T4	۰/۹۷۶	۰/۱۱۳			FP1-C4
-.۲۴۵	۰/۹۳۵	۱	۱۲۳/۵۱۶	دلنا	۰/۵۶۲	۰/۳۸۴	۱	۵۴/۴۴۰	دلنا
-.۱۶۴۷	۰/۲۱۶	۱	۶/۱۲۵	تتا	۰/۸۹۷	۰/۰۱۷	۱	۱/۵۴۷	تتا
-.۱۷۲	۲/۰۰۲	۱	۳۹/۳۱۳	آلفا	۰/۹۳۷	۰/۰۰۶	۱	۰/۷۹۰	آلفا
-.۱۹۴	۱/۸۰۱	۱	۹/۴۳۱	بتا	۰/۹۴۴	۰/۰۰۵	۱	۰/۲۶۲	بتا
-.۲۲۵	۱/۵۷۰			F7-T6	۰/۶۷۴	۰/۵۹۱			FP1-P4
-.۱۶۸	۲/۰۳۷	۱	۶۹/۸۵۸	دلنا	۰/۲۸۱	۱/۲۲۷	۱	۵۶/۵۳۶	دلنا
-.۷۳۵	۰/۱۱۸	۱	۰/۷۴۵	تتا	۰/۵۷۵	۰/۳۲۵	۱	۶/۲۳۱	تتا
-.۲۸۱	۰/۸۰۲	۱	۱۰۴/۵۱۸	آلفا	۰/۲۷۱	۱/۲۷۵	۱	۳۹/۳۰۱	آلفا
-.۲۱۱	۱/۶۶۳	۱	۲/۱۷۹	بتا	۰/۶۰۵	۰/۲۷۶	۱	۴/۷۶۸	بتا
-.۵۵۳	۰/۷۷۹			F7-C4	۰/۳۷۳	۱/۱۳۰			F3-T4
-.۲۲۹	۱/۵۳۸	۱	۲۰۲/۵۵۰	دلنا	۰/۲۶۰	۱/۳۳۸	۱	۱۶/۰۶۱	دلنا
-.۹۶۲	۰/۰۰۲	۱	۰/۱۲۸	تتا	۰/۹۳۶	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۱۲	تتا
-.۵۳۳	۰/۴۰۲	۱	۲۳/۴۷۴	آلفا	۰/۱۳۳	۲/۴۳۷	۱	۱۶۵/۹۰۵	آلفا
-.۴۴۸	۰/۵۹۸	۱	۲۱/۰۱۷	بتا	۰/۹۱۹	۰/۰۱۱	۱	۰/۰۲۵	بتا
-.۲۳۶	۱/۲۴۸			F7-P4	۰/۵۸۹	۰/۷۲۱			F3-T6
-.۱۳۰	۲/۴۸۲	۱	۱۲۲/۹۹۲	دلنا	۰/۳۱۷	۱/۰۵۱	۱	۴۷/۸۱۸	دلنا
-.۳۱۷	۱/۰۴۹	۱	۱۱/۳۰۲	تتا	۰/۹۶۴	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۰۸	تتا
-.۱۴۵	۲/۲۸۶	۱	۵۹/۸۸۳	آلفا	۰/۳۴۸	۰/۹۲۰	۱	۶۵/۶۶۰	آلفا
-.۲۹۶	۱/۱۵۰	۱	۱۱/۹۲۲	بتا	۰/۸۶۴	۰/۰۳۰	۱	۰/۰۸۳	بتا

مقادیر F و P در سطر مربوط به جفت الکترودها بیانگر مقدار لامبدای ویلکز است.

منابع

- بهراری قره گوز، علی؛ شاهرخی، حسن؛ نظری، محمدعلی؛ زالی، فاطمه (۱۳۹۲). بررسی ویژگی‌های روانسنجی و استانداردسازی مقیاس درجه بندی کانرز معلم فرم کوتاه و تجدیدنظر شده. ششمین همایش روانپزشکی کودک و نوجوان، ۲۶-۲۸ شهریور ماه ۱۳۹۲.
- صدرالسادات، سیدجلال‌الدین؛ هوشیاری، زهرا؛ زمانی، رضا؛ صدرالسادات، لیلا (۱۳۸۶). تعیین مشخصات روان سنجی مقیاس درجه‌بندی SNAP-IV، اجرای والدین. فصلنامه علمی پژوهشی توانبخشی، ۸(۴)، ۵۹-۶۵.
- Adler, G., Brassens, S., & Jajcevic, A. (2003). EEG coherence in Alzheimer's dementia. *Journal of neural transmission*, 110(9), 1051-1058.
- Ahmadlou, M., Adeli, H., & Adeli, A. (2013). Spatiotemporal analysis of relative convergence of EEGs reveals differences between brain dynamics of depressive women and men. *Clinical EEG and Neuroscience*, 44(3), 175-181.
- Babiloni, C., Babiloni, F., Carducci, F., Cincotti, F., Vecchio, F., Cola, B., ... & Rossini, P. M. (2004). Functional frontoparietal connectivity during short-term memory as revealed by high-resolution EEG coherence analysis. *Behavioral neuroscience*, 118(4), 687.
- Babiloni, C., Vecchio, F., Cappa, S., Pasqualetti, P., Rossi, S., Miniussi, C., & Rossini, P. M. (2006). Functional frontoparietal connectivity during encoding and retrieval processes follows HERA model: A high-resolution study. *Brain Research Bulletin*, 68(4), 203-212.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65.
- Barkley, R. A. (2006). The relevance of the still lectures to attention-deficit/hyperactivity disorder: a commentary. *Journal of attention disorders*, 10(2), 137-140.
- Besthorn, C., Förstl, H., Geiger-Kabisch, C., Sattel, H., Gasser, T., & Schreiter-Gasser, U. (1994). EEG coherence in Alzheimer disease. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 90(3), 242-245.
- Brown, T. E. (2008). ADD/ADHD and impaired executive function in clinical practice. *Current psychiatry reports*, 10(5), 407-411.
- Castellanos FX, Giedd JN, Marsh WL, et al. Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry*. 1996;53(7):607-616
- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, 132(2), 180.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., Selikowitz, M., Johnstone, S. J., Hsu, C. I., ... & Croft, R. J. (2007). Coherence in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and excess beta activity in their EEG. *Clinical neurophysiology*, 118(7), 1472-1479.

- Conners, C. K., Sitarenios, G., Parker, J. D., & Epstein, J. N. (1998). Revision and restandardization of the Conners Teacher Rating Scale (CTRS-R): factor structure, reliability, and criterion validity. *Journal of abnormal child psychology*, 26(4), 279-291.
- Diamond, A. (2005). Attention-deficit disorder (attention-deficit/hyperactivity disorder without hyperactivity): A neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Development and psychopathology*, 17(03), 807-825.
- Dillbeck, M. C., & Bronson, E. C. (1981). Short-term longitudinal effects of the Transcendental Meditation technique on EEG power and coherence. *International Journal of Neuroscience*, 14(3-4), 147-151.
- Duffy, F. H., McAnulty, G. B., McCreary, M. C., Cuchural, G. J., & Komaroff, A. L. (2011). EEG spectral coherence data distinguish chronic fatigue syndrome patients from healthy controls and depressed patients-a case control study. *BMC neurology*, 11(1), 82.
- Duffy, F. H., Shankardass, A., McAnulty, G. B., & Als, H. (2013). The relationship of Asperger's syndrome to autism: a preliminary EEG coherence study. *BMC medicine*, 11(1), 175.
- Dupuy, F. E., Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2010). EEG coherence in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: Differences between good and poor responders to methylphenidate. *Psychiatry research*, 180(2), 114-119.
- Filipek PA, Semrud-Clikeman M, Steingard RJ, Renshaw PF, Kennedy DN, Biederman J. Volumetric MRI analysis comparing subjects having attention-deficit hyperactivity disorder with normal controls. *Neurology*. 1997;48(3):589-601.
- Isaac, L., & Bayley, P. J. (2012). Eeg Coherence between Prefrontal and Posterior Cortical Regions is Related to Negative Personality Traits. *Frontiers in human neuroscience*, 6.
- Konrad, K., & Eickhoff, S. B. (2010). Is the ADHD brain wired differently? A review on structural and functional connectivity in attention deficit hyperactivity disorder. *Human brain mapping*, 31(6), 904-916.
- Locatelli, T., Cursi, M., Liberati, D., Franceschi, M., & Comi, G. (1998). EEG coherence in Alzheimer's disease. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 106(3), 229-237.
- Merrin, Edward L., Thomas C. Floyd, and George Fein. "EEG coherence in unmedicated schizophrenic patients." *Biological psychiatry* 25.1 (1989): 60-66.
- Miltner, W. H., Braun, C., Arnold, M., Witte, H., & Taub, E. (1999). Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associative learning. *Nature*, 397(6718), 434-436.
- Murias, M., Swanson, J. M., & Srinivasan, R. (2007). Functional connectivity of frontal cortex in healthy and ADHD children reflected in EEG coherence. *Cerebral Cortex*, 17(8), 1788-1799.

- Nazari, M. A., Mosanezhad, E., Hashemi, T., & Jahan, A. (2012). The effectiveness of neurofeedback training on EEG coherence and neuropsychological functions in children with reading disability. *Clinical EEG and Neuroscience*, 43(4), 315-322.
- Painold, A., Milz, P., Faber, P. L., Anderer, P., Kapfhammer, H. P., Kochi, K., & Lehmann, D. (2012). P-793-Reduced intracortical functional connectivity in huntington's disease. *European Psychiatry*, 27, 1.
- Qiu A, Crocetti D, Adler M, et al. Basal ganglia volume and shape in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry*, 2009;166(1):74-82.
- Salazar, R. F., Dotson, N. M., Bressler, S. L., & Gray, C. M. (2012). Content-specific fronto-parietal synchronization during visual working memory. *Science*, 338(6110), 1097-1100.
- Sanei, S., & Chambers, J. A. (2008). *EEG signal processing*. John Wiley & Sons.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Schabus, M., & Doppelmayr, M. (2005). Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory. *International Journal of Psychophysiology*, 57(2), 97-103.
- Silva, F., Arias-Carrión, O., Teixeira, S., Velasques, B., Peressutti, C., Paes, F., ... & Ribeiro, P. (2012). Functional coupling of sensorimotor and associative areas during a catching ball task: a qEEG coherence study. *Int Arch Med*, 5(9).
- Sergeant JA, Geurts H, Huijbregts S, Scheres A, Oosterlaan J (2006): The top and the bottom of ADHD: A neuropsychological perspective. *Neurosci Biobehav Rev* 27:583-592
- Swanson, J. M. (1995). SNAP-IV Scale. *Irvine, CA: University of California Child Development Center*.
- Swanson, J., Nolan, W., & Pelham, W. E. (1992). The SNAP-IV rating scale. URL: <http://www.adhd.net>. [14.11. 2009].
- Thatcher, R. W., North, D., & Biver, C. (2005). EEG and intelligence: relations between EEG coherence, EEG phase delay and power. *Clinical Neurophysiology*, 116(9), 2129-2141.
- Van der Helden, J., van Schie, H. T., & Rombouts, C. (2010). Observational learning of new movement sequences is reflected in fronto-parietal coherence. *Plos one*, 5(12), e14482.
- Velikova, S., Locatelli, M., Insacco, C., Smeraldi, E., Comi, G., & Leocani, L. (2010). Dysfunctional brain circuitry in obsessive-compulsive disorder: source and coherence analysis of EEG rhythms. *Neuroimage*, 49(1), 977-983.
- Yeragani, V. K., Cashmere, D., Miewald, J., Tancer, M., & Keshavan, M. S. (2006). Decreased coherence in higher frequency ranges (beta and gamma) between central and frontal EEG in patients with schizophrenia: a preliminary report. *Psychiatry research*, 141(1), 53-60.