کومش- جلد ۱۲، شماره ۲ (پیاپی ۳۸)، زمستان ۱۳۸۹

بررسی تغییرات سیگنال‌های مغزی ناشی از تابش میدان مغناطیسی کم شدت با فرکانس پایین بر ناحیه کوچکی از مغز

سیدعلی شفیعی‌دارابی [۱](M.Sc)، سید محمد فیروزآبادی [*۱](Ph.D)،کاظم رسول‌زاده طباطبایی [۲](Ph.D)، مژده قبایی [۳](M.D)

۱- *دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه فیزیک پزشکی*

۲- *دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه روان‌شناسی*

۳- *دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات بیماری‌های مغز و اعصاب، بخش نورولوژی*

چکیده

سابقه و هدف: در تحقیقات قبلی، اثرات شدت‌ها و فرکانس‌های مختلف میدان‌های مغناطیسی کم شدت با فرکانس بسیار پایین (Extremely low frequency magnetic field, ELF-MF) روی سیگنال‌های مغزی بررسی شده است. در اغلب این تحقیقات، میدان مغناطیسی به‌صورت یک‌نواخت کل سر را در برگرفته و نشان داده شده که تغییرات شدت و فرکانس میدان، منجر به مشاهده تغییرات غیر قاعده‌مند در سیگنال‌های مغزی می‌شود. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تابش موضعی ELF-MF با شدت‌های مختلف بر سیگنال‌های مغزی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: میدان‌های مغناطیسی با فرکانس ۱۰ هرتز و شدت‌های ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۴۰، ۲۸۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ میکروتسلا، به ناحیه F3 از سر سه داوطلب مرد در سیستم ۲۰-۱۰ اعمال شد. در انتها توان نسبی در پنج نقطه از سر در باندهای فرکانسی متداول بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج حاصله نشان‌دهنده افزایش در باند آلفا در ناحیه تحت تابش F3 و نقطه O1 در شدت‌های ۱۰۰ و ۳۶۰ میکروتسلا و بدون تغییر ماندن باندهای مجاور خصوصاً باند تتا می‌باشد. شایان ذکر است که اثرات ذکر شده در حالت چشم بسته مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: اثرات قاعده‌مند ناشی از افزایش شدت میدان مغناطیسی موضعی مشاهده نشده و اثرپذیری سیگنال‌های مغزی از میدان مغناطیسی در شدت‌های ۱۰۰ و ۳۶۰ میکروتسلا بیش‌تر می‌باشد. الگوی تغییرات باند الفا در نواحی F4، Cz، O2 و O1 مشابه ناحیه تحت تابش F3 بوده و پدیده تشدید در اثر تابش میدان مغناطیسی با فرکانس ۱۰ هرتز مشاهده نگشت.

واژه‌های کلیدی: میدان مغناطیسی، ناحیه پیشانی، ELF، EEG

مقدمه

مزایای متعدد و قابل توجهی در کاربرد الکتروانسفالوگرام (EEG) به‌منظور تحقیق اثر میدان‌های مغناطیسی کم‌شدت با فرکانس بسیار پایین (ELF-MF) بر فعالیت‌های مغزی وجود دارد. ثبت‌های الکتروانسفالوگرافی روشی خیلی سریع، غیر تهاجمی و ارزان برای تشخیص چگونگی پاسخ مغز به محرک‌های خارجی می‌باشد.

در طی دو دهه اخیر محققین اثرات میدان‌های مغناطیسی فرکانس پایین با شدت بسیار ضعیف روی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۱-۸۲۸۸۳۸۲۱ نمابر: ۱-۸۸۰۱۳۰۳۰

Email:pourmir@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۵/۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

سیگنال‌های مغزی حیوانات و انسان مطالعه نموده اند. به‌طور خلاصه Cook سال۲۰۰۲ در یک مقاله مروری به بررسی اثرات مشاهده شده از تابش ELF-MF بر EEG انسان پرداخته است [۱]، ناسازگاری‌هایی در نتایج گزارش شده توسط محققین مختلف مشاهده می‌شود که می‌توان دلیل آن را در پرتکل‌های آزمایش و ویژگی‌های میدان مغناطیسی (شدت، فرکانس و مدت زمان تابش) جستجو کرد. در واقع هدف اصلی اغلب این تحقیقات، بررسی تاثیر میدان‌های مغناطیسی محیط پیرامون ما را بر بدن، خصوصاً عملکرد مغز و تدوین حد دوز مجاز برای جامعه و محیط‌های کاری که با وسایل برقی و مولد میدان‌ها کار می‌کنند می‌باشد. مطالعاتی نیز در زمینه بررسی تاثیر این میدان‌ها بر بعضی از بیماری‌ها مانند صرع [۲]، سردردهای مزمن [۳]، افسردگی [۴]، کاهش رعشه [۵-۷]، تعادل ایستادن [۸] و غیره صورت گرفته است.

در ارتباط با مطالعه اثرات میدان‌های مغناطیسی استاتیک (DC) روی ریتم‌های مغزی، Bell مشاهده کرد در ۳۵٪ از افراد (n=۲۰) تحت تابش میدان مغناطیسی استاتیک ۹۳ میکروتسلا، توان طیف EEG ثبت شده از نواحی اهیانه‌ای، مرکزی و پس سری افزایش می‌یابد[۹].

Dobson مشاهده کرد که فعالیت صرعی بعد از تابش ۳ بیمار توسط یک میدان mT ۱/۸-۰/۹ که توسط دو پرتوکل متفاوت انجام شده افزایش می‌یابد [۱۰]. مطالعات بعدی وی با نمونه‌های بیش‌تر کار اخیر وی را کاملاً تایید کرد [۲]. Fuller در سال ۲۰۰۳ گزارش کرد که اعمال میدان مغناطیسی ۲mTDC و میدان مغناطیسی فرکانس بسیار کم (۰/۰۲Hz-۰) آهنگ‌های بروز حمله در بیماران صرعی، به‌طور ویژه با منشا تشکیلات هیپوکمپ، را افزایش می‌دهد [۱۱].

در مطالعات سنجش اثرهای ELF-MF روی EEG استراحت، Bell مشاهده کرد که ۸۰٪ موارد (n=۲۰) فعالیت الکتریکی مغزی افراد به تابش میدان مغناطیسی کم‌شدت با فرکانس ۶۰ هرتز عکس‌العمل نشان می‌داد (۲۵ تا ۵۰ میکروتسلا) و افزایشی در توان طیفی EEG (تبدیل فوریه) ثبت شده از نواحی مرکزی و آهیانه مشاهد شد [۹]. در مقابل در تحقیقی دیگر کاهش فعالیت در نواحی پس سری پس از تابش میدان مغناطیسی ۱۰۰ میکروتسلایی با فرکانس ۱۰ هرتز مشاهد کرد، که در نواحی مرکز و آهیانه نیز مشاهده شد [۱۲]. وی در ادامه اثر تشدیدی در فعالیت EEG بر اثر تابش میدان مغناطیسی را گزارش کرد (میدان مغناطیسیHz ۱۰ روی فرکانس۱۰ هرتز EEG اثر بیش‌تری داشت و EEG ۱/۵هرتز در تابش میدان مغناطیسی ۱/۵هرتزی اثر پذیرتر بود) هم‌چنین مشاهده کرد که بیش‌ترین اثر بخشی در طول اکسپوژر ۴۰ میکروتسلا رخ می‌دهد [۱۳]، ایشان اثر تشدیدی میدان ELFرا در EEG خرگوش نیز گزارش کرده بود [۱۴].Marino در سال ۱۹۹۶ افزایش‌هایی در توان طیفی خصوصاً در فرکانس‌های بالا (بیش‌تر از ۱۰ هرتز) نواحی مرکزی، آهیانه و پس سری در دو شرایط مختلف ۱۰ هرتز و ۱/۵ هرتز هر دو در شدت ۸۰ میکروتسلا مشاهده کرد. اما ایشان بر این نکته تاکید می‌کند که تغییرات در فعالیت الکتریکی مغز هر جایی بین ۱ تا ۱۸/۵ هرتز می‌تواند رخ دهد [۱۵]. Ghione در سال ۲۰۰۵ اثر ELF MF در رنج فرکانسی Hz ۶۰-۵۰ را روی فعالیت ریتم آلفا و ادراک انجام داد. مشاهده شد که فعالیت آلفا در نقطه CZ بعد از تابش میدان ۸۰ میکروتسلایی در مقایسه با گروه شم دو برابر شده و در شدت ۴۰ میکروتسلا تاثیر بامعنی مشاهده نشد. در سال ۲۰۰۴ Cook به بررسی اثر میدان مغناطیسی ELF پالسی روی EEG انسان پرداخت. در نهایت افزایش فعالیت آلفای EEG استراحت (۸Hz-۱۳) در ناحیه پس سری (O1,O2,Oz) در مقایسه با گروه شم پس از تابش ۱۵دقیقه‌ای مشاهده شد [۱۶] در ادامه این تحقیق، پیشنهاد شد که تغییر EEG ممکن است به ویژگی‌های

www.SID.ir
Archive of SID

سلسه پالس میدان مغناطیسی (ترتیب اکسپوژر اعمالی) و ثبت حساس باشد. بنابراین در مقالات بعدی به بررسی تغییرات در دو سری تابش و ثبت، متفاوت با هم پرداخت و تغییراتی را در آثار ثبت EEG دو نوع متفاوت تابش و ثبت گزارش کرد که با هم اختلاف داشتند [۱۸،۱۷]. هم‌چنین در سال ۲۰۰۹cook و همکارانش اثر دو رشته میدان مغناطیسی پالسی (پریودهای ۱/۲ ثانیه‌ای و ۵ ثانیه‌ای) روی فعالیت آلفای (۸-۱۳هرتز) EEG انسان در نواحی آهیانه‌ای-پس‌سری پرداخت. نتایج نشان داد که آلفا ناحیه پس سری و آهیانه‌ای از هر دو رشته تابش تاثیر می‌گرفت. در رشته اول فعالیت آلفا پس از گذشت ۵ دقیقه تابش تمایل به کاهش داشت اما در رشته دوم فعالیت آلفا نسبت به گروه شم افزایش یافت [۱۹]. Cvetkovic سال ۲۰۰۶، مشاهده کرد که EEG انسان توسط تابش میدان مغناطیسی متمرکز در ناحیه سر تغییر کند. در این تحقیق پایلوت، کاهش در باند آلفا در قسمت مرکزی سر مشاهده شد؛ جایی که میدان مغناطیسی با فرکانس ۸/۳۳ هرتز و شدت ۱۷۴ میکروتسلا اعمال می‌شد [۲۰].

در بررسی‌های ELF-MF، محققین معمولاً از میدان یک‌نواخت تولید شده توسط کویل‌های هلم‌هولتز که تمام سر را در بر می‌گیرد، استفاده می‌کنند [۱۶،۱۴،۱۲]، در نتیجه تمام نرون‌ها و منابع مولد سیگنال‌های مغزی به‌طور یکسان تحت تابش میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند. اما در این تحقیق قصد داریم عمل تابش را متفاوت از آن‌ها و به‌صورت تابش موضعی روی نقطه‌ای از سر، در قسمت پیشانی (F3) با شدت مختلف اعمال کنیم، تا علاوه بر پایش تغییرات سیگنال مغزی بر اثر افزایش شدت میدان (بررسی اثر قاعده‌مند)، به واکنش قسمت پیشانی نسبت به تابش میدان از طریق بررسی سیگنال مغزی بپردازیم. زیرا تصور می‌کنیم عدم اثرپذیری این نواحی در میدان یک‌نواخت، به‌سبب ارتباط‌های پیچیده میان قسمت‌های مختلف مغز است که با تابش موضعی اثرپذیری این نواحی از میدان بهتر آشکار شود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۳ نفر از دانشجویان داوطلب مرد مشغول به تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه تربیت مدرس (با سن ۲۴، ۲۹ و ۳۲ سال) که راست دست بودند به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. هیچ یک از آنان سابقه بیماری روانی از قبیل صرع، سردرد مزمن و غیره که منجر به مصرف دارو شود نداشتند و هم‌چنین هیچ یک معتاد به مواد مخدر یا الکل نبودند. زمان انجام آزمایش ۳ تا ۶ بعدازظهر بود. مجوز انجام آزمایشها توسط کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس صادر گردید

میدان مغناطیسی با فرکانس ۱۰ هرتز توسط یک کویل کوچک به قطر داخلی ۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۰/۵ سانتی‌متر با تعداد دور ۲۵۰، از جنس مس با شماره سیم ۰/۲۷ ساخته شد که مرکز آن روی نقطه F3 از سر قرار می‌گرفت. جریان تولیدی به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی تولید شده در مرکز آن در فاصله ۱/۵ سانتی‌متری از سطح پوست یکی از شدت‌های ۱۰۰، ۱۲۰،۱۶۰، ۲۰۰، ۲۴۰، ۲۸۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ میکروتسلا را ایجاد کند (اندازه‌گیری میدان مغناطیسی توسط گوس متر HI-3550 ساخت شرکت Holaday Industries صورت گرفت که قادر بود میدان‌های مغناطیسی از ۱۰۰ میکروتسلا تا ۱ تسلا با دقت ۱۰ میکروتسلا اندازه‌گیری کند). به‌منظور کاهش اثر میدان‌های مغناطیسی پیرامونی، عمل ثبت سیگنال در درون قفس فاراده با ابعاد ۱/۲×۱/۸×۱/۲ متر که بدین منظور طراحی شده بود انجام شد ابعاد مش توری پوشاننده قفس ۲ میلی‌متر و از جنس آلومینیوم بود. از سه لامپ گازی بدون ترانس برای روشنایی محل آزمایش استفاده شد. به‌منظور ثبت

www.SID.ir
Archive of SID

سیگنال‌های مغزی از دستگاهFlexcomp ساخت شرکت Thought Technology با نرخ نمونه‌گیری ۹۹۲ هرتز استفاده شد که توسط پنج الکترود، فعالیت مغزی نواحی F3، F4، Cz، O1 و O2 را نسبت به گوش سمت خودشان، به‌جز Cz نسبت به گوش راست، ثبت می‌کرد. الکترود زمین نیز روی پیشانی نصب شد. در ثبت EEG از فیلتر میان‌گذر ۲ تا ۵۰ هرتز برای به حداقل رساندن نویزهای EMG و حذف حرکت چشم استفاده شد.

پس از الکترودگذاری در هر یک از ۵ نقطه، ۲ دقیقه ثبت چشم باز و ۲ دقیقه در حالت چشم بسته صورت گرفت. بلافاصله بعد از آن یکی از شدت‌های میدان مغناطیسی انتخاب و تابش می‌شد نحوه تابش میدان به این صورت بود که سیگنال ژنراتور دیجیتال (با همکاری دانشکده برق برای این تحقیق طراحی و ساخته شد، که قادر بود جریانی با فرکانس ۰/۵ تا ۱۰۰ هرتز، شدت ۰ تا ۱ آمپر، پیک تا پیک ۸ ولت و طول سیکل ۱۰٪ الی ۱۰۰٪ را به‌شکل سینوسی، مربعی یا مثلثی تولید کند) جریانی را به‌صورت ۲ ثانیه روشن و ۳ ثانیه خاموش تولید کند که در هنگام روشن بودن دارای فرکانس ۱۰ هرتز به‌صورت سینوسی بود به‌عبارت دیگر در یک بازه پنج ثانیه‌ای حین تابش، ۲ ثانیه تابش میدان و ۳ ثانیه مکث که در واقع ثبت EEG بدون نویز و اغتشاش ناشی از تابش را داشتیم. تعداد تابش و ثبت ۵ ثانیه‌ای طوری بود که حداقل ۱۱ ثبت سالم (بدون پلک زدن و حرکت چشم) بتوان خارج کرد (۷۰ ثانیه تابش و ثبت در هر حالت). این عمل برای حالت چشم باز و بلافاصله برای حالت چشم بسته اما با یک مکث ۲۰ ثانیه‌ای به‌منظور پایدار شدن حالت چشم بسته، صورت گرفت. پس از گذشت ۱۰ دقیقه برای اطمینان از عدم وجود اثر ماندگار از ثبت اول، (بعضی از محققین وجود اثر ماندگار را حداکثر تا ۷ دقیقه بعد از تابش ۱۵ دقیقه‌ای تایید کرده‌اند و برای زمان ۱۰ دقیقه بعد از تابش اثر بامعنی ماندگاری را مشاهده نشده است [۱۶]) شدت بعدی به همین نحو اعمال می‌شد. در نهایت پس از تابش ۸ شدت که انتخاب ترتیبشان به‌صورت تصادفی صورت می‌گرفت یک ثبت بدون تابش مثل ثبت اولیه پس از گذشت ۱۰ دقیقه از تابش میدان آخر نیز انجام می‌شد. لازم به ذکر است، افراد شرکت‌کننده از جلسه تابش و زمان تابش آگاه نبودند.

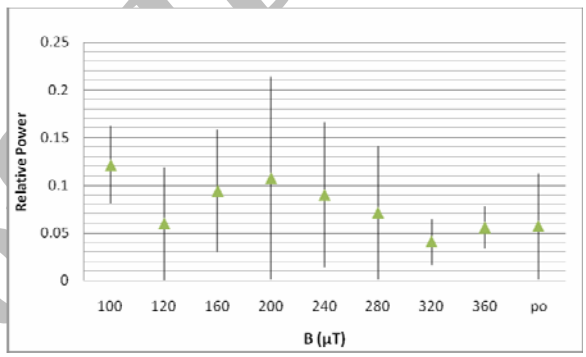
هر ثبت تائید شده با استفاده از نرم‌افزار Matlab ۷,۲ قطعات ۲ ثانیه‌ای میان ۳ ثانیه مکث هنگام تابش جدا شد، برای هر حالت چشم باز و بسته ۱۱ قطعه، و این عمل برای تمام شدت‌ها صورت گرفت. توسط تبدیل فوریه سریع (FFT) همراه با فیلتر hanning، عمل تجزیه فرکانسی سیگنال‌های مغزی انجام شد و پس از متوسط‌گیری روی طیف توان ۱۱ قطعه، و به‌دست آمدن طیف توانی با افت و خیز کم، سهم هر ریتم و طیف توان آن و هم‌چنین توان نسبی استخراج شد. لازم به ذکر است به‌علت تفاوت در رسانندگی و امپدانس پوست و تفاوت‌های آناتومیکی افراد شرکت‌کننده، مقادیر ثبت شده در افراد مختلف دارای تفاوت بسیار زیادی است. به‌منظور نزدیک کردن پایه سیگنال‌های افراد مختلف روش‌های زیادی متداول است که دو روش پرکاربرد یکی تقسیم کردن مقادیر به‌دست آمده به مقدار ماکزیمم و دیگری استفاده از توان نسبی است، این عمل باعث کم شدن تفاوت‌های ناشی از خصوصیات شخصی آناتومیکی و رسانندگی الکتریکی سر افراد می‌شود، در این مطالعه از کمیت توان نسبی به‌منظور بررسی یافته‌ها، استفاده شد.

نتایج

در ناحیه F3 محلی که کویل قرار گرفته است و میدان مغناطیسی اعمال می‌شود، در حالت چشم باز افزایش قابل تاملی مطابق شکل ۱ در باند آلفا این ناحیه به‌چشم می‌خورد، افزایشی که با توجه به خطای استاندارد بالای مقادیر به‌دست آمد، در شدت میدان

www.SID.ir
Archive of SID

۱۰۰ میکروتسلا بارز می‌باشد. در نمودارهای ترسیم شده مقادیر متوسط تفاضل حین و قبل از تابش و خطای استاندارد این تفاضل مربوط به باند و ناحیه ذکر شده آورده شده است که مقادیر منفی بیانگر کاهش مقادیر نسبی باندها نسبت به قبل از تابش خواهد بود. در محور افقی ۱۰۰ تا ۳۶۰ بیانگر، تابش میدان‌های با شدت ۱۰۰ تا ۳۶۰ میکروتسلا است و po مربوط به ثبت بعد از ۱۰ دقیقه از آخرین تابش می‌باشد. محور عمودی بیانگر مقادیر نسبی باند مربوطه است که بدون واحد می‌باشد.



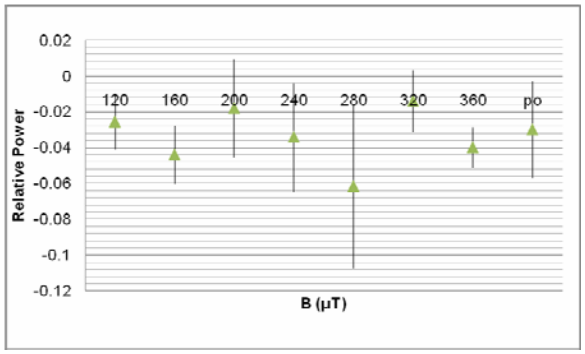
شکل ۱. متوسط تفاضل توان نسبی باند آلفای حین و قبل از تابش ناحیه F3، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی درحالت چشم باز

اما در حالت چشم بسته این افزایش با توجه به خطای استاندارد در میدان ۱۲۰ میکروتسلایی مشاهده گشت (۰/۰۲۵±۰/۰۶۲) شاید بتوان گفت که اثر ماندگار میدان مغناطیسی در حالت چشم بسته روی سیگنال مغزی ممکن است حذف شده باشد.

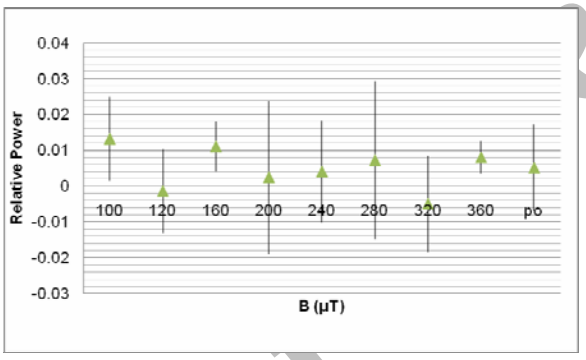
اما بررسی باند تتا این ناحیه نوعی کاهش یا عدم تغییر چه در حالت چشم باز (شکل ۲) و چه در حالت چشم بسته را نشان می‌دهد.

این عدم افزایش چشم‌گیر با توجه به متوسط سه شخص تحت آزمایش برای باند بتا نیز در ناحیه تحت تابش ۱۰۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ میکروتسلا در هر دو حالت چشم باز و بسته مشاهده گردید.

مقادیر نسبی فرکانس ۱۰ هرتز در ناحیه F3 در حالت چشم باز به‌صورت شکل ۳، دلالت بر این نکته دارد که افزایش مشاهده شده در ناحیه آلفا در طول باند پخش شده و اثر تشدیدی دقیقاً در فرکانس میدان اعمالی قابل مشاهده نمی‌باشد.



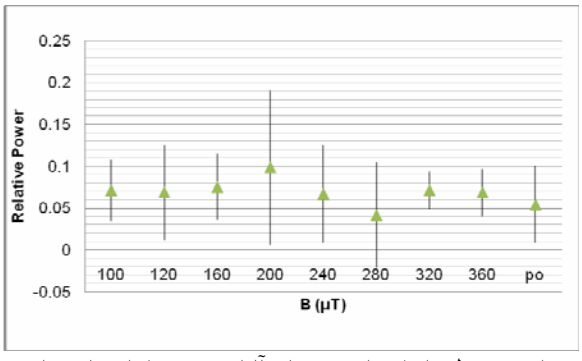
شکل۲. متوسط تفاضل توان نسبی باند تتای حین و قبل از تابش ناحیه F3، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی درحالت چشم باز



نمودار۳: متوسط تفاضل توان نسبی فرکانس ۱۰ هرتز حین و قبل از تابش ناحیه F3، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی در حالت چشم باز

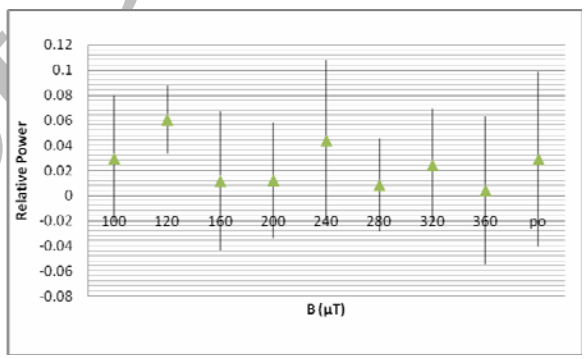
بررسی طیف توان نسبی در نواحی دیگر. شکل ۴ بیانگر باند آلفا در حالت چشم باز ناحیه F4 است که ظاهراً نوعی افزایش در شدت‌های مختلف مشاهده می‌شود که این افزایش‌ها با توجه به خطای استاندارد داده‌ها تقریباً از الگوی تغییرات ناحیه تحت تابش F3 تبعیت می‌کند.

www.SID.ir



نمودار۴: متوسط تفاضل توان نسبی باند آلفا حین و قبل از تابش ناحیه F3، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی در حالت چشم باز

اما در حالت چشم بسته تقریباً هیچ نوع تغییر جالب توجهی غیر از شدت ۱۲۰ میکروتسلا (۰/۰۶۷±۰/۰۲۱) مشابه تغییرات F3، مشاهده نشد (شکل ۵).

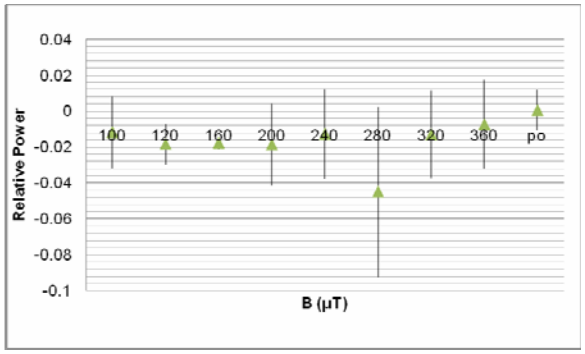


شکل ۵. متوسط تفاضل توان نسبی باند آلفا حین و قبل از تابش ناحیه F4، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی در حالت چشم بسته

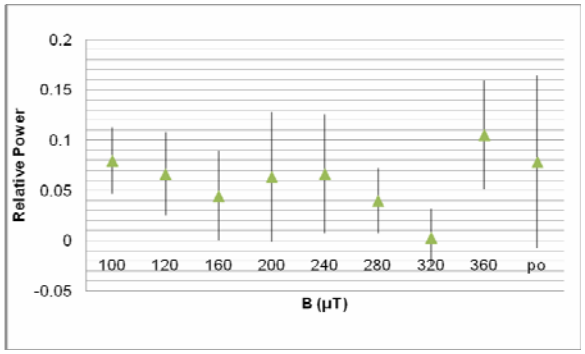
عدم تاثیرپذیری باند تتا، در حالت چشم باز ناحیه F4 همان‌طوری که در شکل ۶ مشاهده می‌شود خصوصاً برای ثبت ۱۰ دقیقه بعد از آخرین میدان (Po)، قابل توجه می‌باشد. زیرا احتمال مشاهده تغییرات در حالت ناحیه آلفا به‌علت تغییر امپدانس و رسانندگی پوست را کاهش می‌دهد.

افزایش باند آلفا ناحیه O1 در حالت چشم باز (شکل ۷) مشابه ناحیه F3 در شدت‌های ۱۰۰ و ۳۶۰ قابل تامل است در حالی که در حالت چشم بسته چنین پدیده‌ای یافت نشد.

باند تتا ناحیه O1 در حالت چشم باز مشابه F3 بدون تغییر باقی ماند.

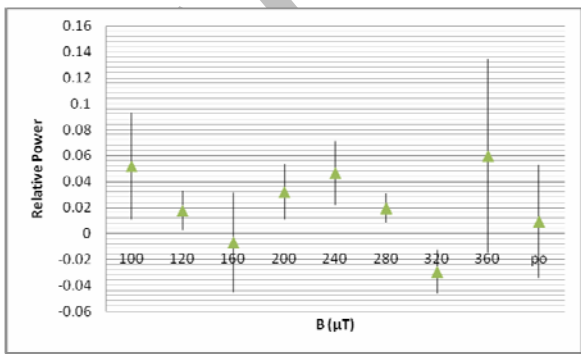


شکل ۶. متوسط تفاضل توان نسبی باند تتای حین و قبل از تابش ناحیه F4، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی در حالت چشم باز



شکل ۷. متوسط تفاضل توان نسبی باند آلفای حین و قبل از تابش ناحیه O1، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی در حالت چشم باز

برای باند آلفای ناحیه CZ در حالت چشم باز مشابه بقیه محل‌ها، افزایش در ۲۴۰،۱۰۰ و ۳۶۰ میکروتسلا و عدم تاثیرپذیری در شدت‌های ۱۶۰ و ۳۲۰ میکروتسلا به‌چشم می‌خورد.



شکل ۸. متوسط تفاضل توان نسبی باند آلفای حین و قبل از تابش ناحیه O2، بر اثر افزایش شدت میدان مغناطیسی در حالت چشم باز

برای باند آلفا ناحیه O2، در حالت چشم باز تغییرات کیفی قابل مشاهده، تقریباً از الگوی O1 و F3

Archive of SID

www.SID.ir

تبعیت می‌کند. اما متوسط تغییراتش کم و تقریباً زیر ۰/۰۵ است (نمودار۸) در صورتی که متوسط تغییرات ناحیه O1 بیش‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات قابل تاملی در باند آلفا بر اثر تابش میدان مغناطیسی با شدت‌های ۱۰۰ و ۳۶۰ میکروتسلا در تمام نقاطی که ثبت سیگنال مغزی صورت می‌گرفت در حالت چشم باز مشاهده گردید. به‌عبارت دیگر، تابش در ناحیه F3 ، موجب تقویت باند آلفا در نواحی F3, O1 ,F4, Cz و O2 در حالت چشم باز گردیده است اما این اثر در حالت چشم بسته تنها تحت تاثیر میدان مغناطیسی ۱۲۰ میکروتسلایی مشاهده گردید. در حالی که تغییرات مشاهده شده توسط دیگر محققین به‌علت تابش کل ناحیه سر تنها محدود به نواحی پس سر و ناحیه مرکزی می‌شود [۲۱،۱۹،۱۶،۹]. با توجه به خواستگاه که برای اموج آلفا متصور است (امواج آلفا بدون وجود ارتباطات قشر با تالاموس ایجاد نمی‌شود. برعکس، تحریک لایه غیر اختصاصی هسته‌های مشبک در اطراف تالاموس یا هسته‌های (منتشر) درون عمق تالاموس اغلب امواجی با فرکانس ۸ تا ۱۳ هرتز در دستگاه تالاموسی قشری به راه می‌اندازد که همان فرکانس ذاتی امواج آلفاست. بنابراین احتمال دارد که امواج آلفا حاصل نوسان خود به خود فیدبک در این دستگاه منتشر تالاموسی قشری باشند که احتمالاً شامل دستگاه برانگیزنده ساقه مغز نیز هست. این نوسان هم باعث دوره‌ای بودن امواج آلفا می‌شود و هم موجب فعال شدن هم‌زمان به واقع میلیون‌ها نرون قشری در جریان هر موج می‌گردد. قطع راه‌های فیبری تلاموس به قشر مانع از برانگیزش تلاموسی قشر می‌شود و امواج آلفا را حذف می‌کند ولی همه امواج دلتای قشر را متوقف نمی‌کند [۲۲]) ممکن است مشاهده تغییر در باند آلفا به‌واسطه‌ی، تاثیرپذیری تالاموس از تابش باشد، زیرا تغییر باند لفا در تمام نقاط در شدت‌های مختلف تقریباً از الگوی یکسانی پیروی می‌کند. به‌عنوان مثال در تمام نواحی باند آلفا تحت تاثیر میدان ۱۶۰، ۲۰۰ و ۳۲۰ میکروتسلایی واقع نشد. اما تفاوت جالب بین یافته‌های تابش موضعی و تابش کل سر، تاثیرپذیری نواحی پیشانی است که در تابش کل سر باند آلفای ناحیه پیشانی هیچ تاثیری از میدان تابشی نمی‌پذیرد، و اگر در تابش کل سر ناحیه تالاموس تحت تاثیر است چرا اثرپذیری محدود به نواحی پس سری و حداکثر نواحی مرکزی می‌شود [۲۳،۲۱،۱۷].

نکته دیگر این‌که، میدان مغناطیسی در تابش موضعی به‌شدت میرا می‌شود در شدت‌های حدود ۳۶۰ میکروتسلا افزایش آلفا به‌علت تاثیر بر تالاموس به‌واسطه‌ی برد این میدان امکان‌پذیر است. اما اثرپذیری شدید در تابش ۱۰۰ میکروتسلا چگونه توصیف خواهد شد، آیا با اثر روی کورتکس موجب تغییر امواج می‌شود و با توجه به ارتباط با نواحی دیگر این تغییرات منتشر می‌شود. زیرا تغییرات ناحیه F3 و F4 با الگویی مشابه در حالت چشم باز و بسته (شکل های ۱، ۴ و ۵)، حکایت از ارتباط بین این دو ناحیه می‌کند که در مباحث بررسی الکتروانسفالوگرافی کمّی بسیار متداول است، اما در تابش یک‌نواخت سر چنین ارتباطی به‌وضوح قابل مشاهده و بررسی نیست. بنابراین انجام تحقیقاتی مشابه با تعداد نمونه بیش‌تر و تابش موضعی در نواحی دیگر خصوصاً در نیم کره مقابل لازم به نظر می‌رسد.

اثر تشدیدی تقریباً در هیچ یک شدت‌ها مشاهده نمی‌شود یعنی با تابش موضعی میدان مغناطیسی ۱۰ هرتز در ناحیه F3، فرکانس ۱۰هرتز در سیگنال‌های مغزی ثبت شده به‌طور چشم‌گیر تقویت نمی‌شود که در تضاد با برخی از یافته‌ها [۱۴،۱۲] است. هم‌چنین با بررسی شکل‌های ۱-۸ مشاهده شد، در تابش موضعی نیز همانند تابش کل سر تغییرات قاعده‌مند، در

Archive of SID
www.SID.ir

سیگنال‌های مغزی به‌علت افزایش شدت میدان تابشی مشاهده نمی‌شود.

نظر به این‌که مطالعه حاضر یک تحقیق موردی روی ۳ داوطلب بود، صرفاً پدیده‌هایی که مطابق شکل‌های ۱ الی ۸ مشاهده شد، گزارش شده است که می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری تحقیقات بعدی در این زمینه باشد. با توجه به یافته‌های گزارش شده تحقیقات بیش‌تر با فرکانس‌های مختلف و نقاط تحت تابش دیگر، خصوصاً در شدت‌هایی مانند ۱۰۰ میکروتسلا با تعداد نمونه مناسب توصیه می‌شود، تا بحث در مورد پدیده‌هایی هم‌چون، تغییر سیگنال مغزی ناحیه پیشانی با تمرکز میدان در این ناحیه، اثرپذیری مغز از تابش ۱۰۰ و ۳۶۰ میکروتسلایی و اثرپذیری محل‌های دیگر از ناحیه تحت تابش بهتر و دقیق‌تر صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

از کلیه افرادی که در این تحقیق شرکت کرده‌اند کمال تشکر را داریم.

منابع

[1] Cook CM, Thomas AW. and Prato FS. Human electrophysiological and cognitive effects of exposure to ELF magnetic and ELF modulated RF and microwave fields: A review of recent studies. Bioelectromagnetics 2002; 23: 144-157.

[2] Dobson J, St Pierre TG, Schultheiss-Grassi PP, Wieser HG. and Kuster N. Analysis of EEC data from weak-field magnetic stimulation of mesial temporal lobe epilepsy patients. Brain Res 2000; 868: 386-391.

[3] Pelka RB, Jaenicke C. and Gruenwald J. Impulse magnetic-field therapy for migraine and other headaches: A double-blind, placebo-controlled study. Adv Ther 2001; 18: 101-109.

[4] Sieroń A, Hese RT, Sobiś J. and Cieślar G. Estimation of therapeutical efficacy of weak variable magnetic fields with low value of induction in patients with depression. Psychiatr Pol 2004; 38: 217-225.

[5] Legros A. and Beuter A. Effect of a low intensity magnetic field on human motor behavior. Bioelectromagnetics 2005; 26: 657-669.

[6] Legros A. and Beuter A. Individual subject sensitivity to extremely low frequency magnetic field. Neurotoxicology 2006; 27: 534-546.

[7] Legros A, Gaillot P. and Beuter A. Transient effect of low-intensity magnetic field on human motor control. Med Eng Phys 2006; 28: 827-836.

[8] Thomas AW, White KP, Drost DJ, Cook CM. and Prato FS. A comparison of rheumatoid arthritis and fibromyalgia patients and healthy controls exposed to a pulsed (200 microT) magnetic field: effects on normal standing balance. Neurosci Lett 2001; 309: 17-20.

[9] Bell GB, Marino AA. and Chesson AL. Alterations in brain electrical activity caused by magnetic fields: Detecting the detection process. Electro Clin Neuro 1992; 83: 389-397.

[10] Dobson J, St Pierre T, Wieser HG. and Fuller M. Changes in paroxysmal brainwave patterns of epileptics by weak-field magnetic stimulation. Bioelectromagnetics 2000; 21: 94-99.

[11] Fuller M, Wilson CL, Velasco AL, Dunn JR. and Zoeger J. On the confirmation of an effect of magnetic fields on the interictal firing rate of epileptic patients. Brain Res Bull 2003; 60: 43-52.

[12] Bell GB, Marino AA. and Chesson AL. Frequency-specific responses in the human brain caused by electromagnetic fields. J Neurol Sci 1994; 123: 26-32.

[13] Bell GB, Marino AA. and Chesson AL. Frequency-specific blocking in the human brain caused by electromagnetic fields. Neuroreport 1994; 5: 510-512.

[14] Bell G, Marino A, Chesson A. and Struve F. Electrical states in the rabbit brain can be altered by light and electromagnetic fields. Brain Res 1992; 570: 307-315.

[15] Marino AA, Bell GB. and Chesson A. Low-level EMFs are transduced like other stimuli. J Neurol Sci 1996; 144: 99-106.

[16] Cook CM, Thomas AW. and Prato FS. Resting EEG Is Affected by Exposure to a Pulsed ELF Magnetic Field. Bioelectromagnetics 2004; 25: 196-203.

[17] Cook CM, Saucier DM, Thomas AW. and Prato FS. Exposure to ELF magnetic and ELF-modulated radiofrequency fields: The time course of physiological and cognitive effects observed in recent studies (2001-2005). Bioelectromagnetics 2006; 27: 613-627.

[18] Cook CM, Thomas AW, Keenliside L. and Prato FS. Resting EEG effects during exposure to a pulsed ELF magnetic field. Bioelectromagnetics 2005; 26: 367-376.

[19] Cook CM, Saucier DM, Thomas AW. and Prato FS. Changes in human EEG alpha activity following exposure to two different pulsed magnetic field sequences. Bioelectromagnetics 2009; 30: 9-20.

[20] Cvetkovic D, Jovanov E. and Cosic I. Alterations in human EEG activity caused by extremely low frequency electromagnetic fields. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2006; 1: 3206-3209.

[21] Ghione S, Seppia CD, Mezzasalma L. and Bonfiglio L. Effects of 50 Hz electromagnetic fields on electroencephalographic alpha activity, dental pain threshold and cardiovascular parameters in humans. Neurosci Lett 2005; 382: 112-117.

[22] Guyton AC. and Hall JE. Text book of medical physiology. 10 ed, ed. A.R. Niavarani. 2000: samat (Persian).

[23] Cvetkovic D. and Cosic I. Automated ELF magnetic field stimulation of the human EEG activity. Integrated Computer-Aided Engineering, 2006; 13: 313-328.

Archive of SID

www.SID.ir

EEG changes during exposure to extremely low frequency magnetic field on a small area of brain

Seyed Ali Shafiei Darabi (M.Sc)[1], Seyed Mohammad Firoozabadi (Ph.D)[1], Kazem Rasoulzadeh Tabatabaie (Ph.D)[2], Mojdeh Ghabaee (M.D)[3]
1 - Dept. of Medical Physics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2 – Dept. of Psychology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3 - Neurological Research Center, Imam Khomeini Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Terhan, Iran

(Received: 21 Oct 2010 Accepted: 27 Jul 2010)

Introduction: Effects of extremely low frequency magnetic fields (ELF-MF) with different intensities and frequencies has been investigated by several researchers. In most of these studies, the applied magnetic field has uniformly encountered whole brain and it has shown that changing intensity and frequency causes anomaly changes in electroencephalograms. The aim of current study was to investigate the effect of local exposure to ELF-MF with different intensities on EEG signals.

Material and methods: Magnetic field with frequency of 10 Hz and intensity of 100, 120, 160, 200, 240, 280, 320 and 360 µT was applied to F3 zone in 10-20 system of 3 men locally. Finally, relative power spectrum in 5 points of head in conventional frequency bands was assessed.

Results: An increase in alpha band in regions under exposure such as F3 and O1 in intensities of 100 and 360 µT was observed. No changes in other bands such as theta band were found. It should be noted that none of the above effects was observed in closed-eye position.

Conclusion: Regular effects due to increasing intensity of magnetic field was not observed and changing potential of EEG signals from magnetic field with intensity of 100 and 360 µT is more than other intensities. Changing pattern of alpha band in F4, Cz, O2 and O1 was similar to exposed F3 zone and no resonance effect was observed at 10 Hz magnetic field.

Key words: Magnetic field, frontal, ELF, EEG

* Corresponding author: Fax: +98 21 88013030; Tel: +98 21 82883821
pourmir@modares.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir