

به نام هستی بخش



گزارش تمرین ۲

درس ارتباطات مغزی

نویسنده: حمیدرضا ابوئی

شماره دانشجویی: 402617509

استاد: دکتر دارستانی

خرداد ۱۴۰۳

Analysis of corticomuscular coherence

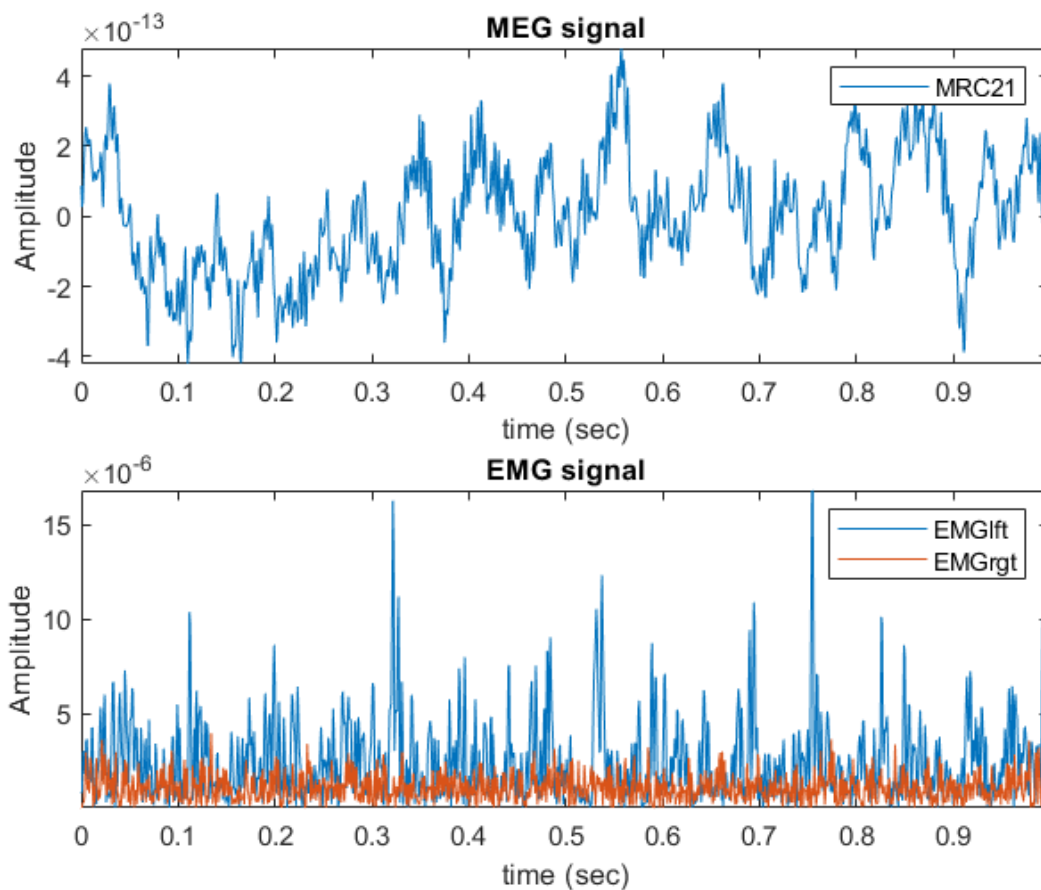


Figure 1 مقایسه‌ی سیگنال MEG و EMG

Exercise 1

Explore the MEG and EMG in figure 1, e.g., by zooming in. How are the signals different from one another?

سیگنال MEG حاوی سیگنال‌های فرکانس پایین نیز می‌باشد اما در فرایند پیش‌پردازش سیگنال‌های EMG، با اعمال فیلتر بالاگذر فرکانس‌های نامربوط فرکانس پایین را حذف کردیم و فقط محتوای فرکانس بالای سیگنال موجود و قابل استفاده است.

```
cfg.channel = {'EMG1ft' 'EMGrgt'};
cfg.hpfilter = 'yes';
cfg.hpfreq = 10;
```

با توجه به این که در صورت تمرین گفته شده، دست چپ در حال انجام فعالیت می‌باشد. در نتیجه می‌توان مشاهده کرد که به طور کلی، سیگنال EMG1ft دارای دامنه بیشتری نسبت به EMGrgt می‌باشد.

سیگنال EMG دارای تغییرات ناگهانی و اسپایک طور بیشتری نسبت به MEG می‌باشد.

سیگنال MEG دارای رفتار نوسانی می‌باشد در حالی که سیگنال EMG دارای رفتار اسپایک طور می‌باشد.

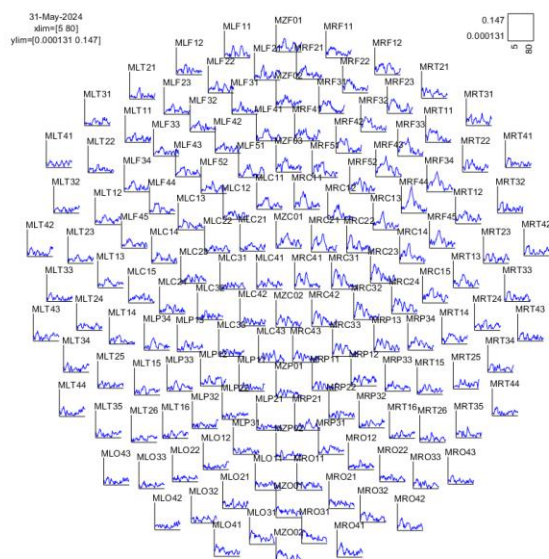


Figure 2 نمایش coh بین EMGft و تمام سنسورهای MEG

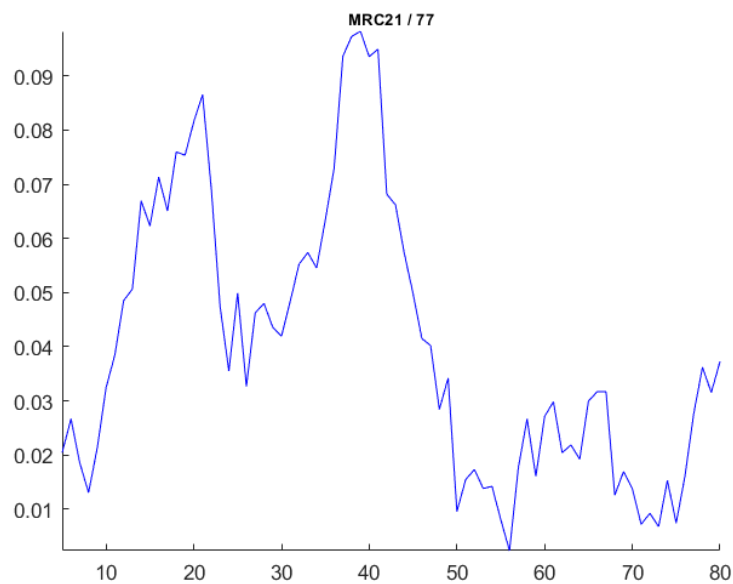


Figure 3 نمایش coh بین EMGft و سنسور MRC21

Exercise 2

a) What determines the frequency resolution of the spectrum, as displayed in figure 3? How can it be increased or decreased? Answer the same question for smoothing.

b) Plot a topographical distribution of the coherence in the beta band. The variable `cfg.xlim` defines the edges of the frequency band.

```
Copycfg = [];  
cfg.parameter = 'cohspctrm';  
cfg.xlim = [15 20];  
cfg.zlim = [0 0.1];  
cfg.refchannel = 'EMG1ft';  
cfg.layout = 'CTF151_helmet.mat';  
figure; ft_topoplotER(cfg, fd)
```

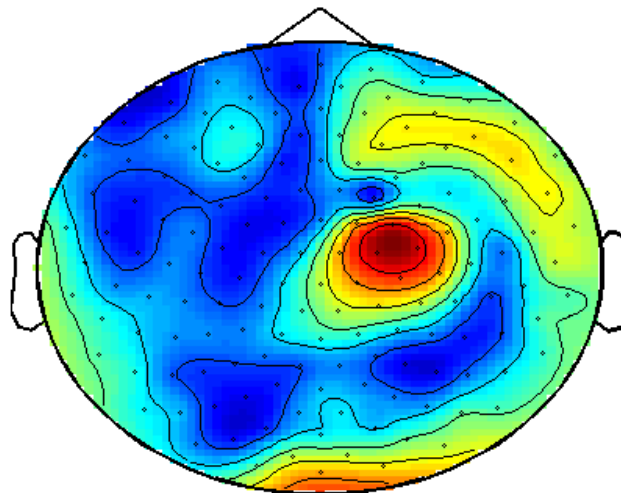


Figure: A topographic representation of the coherence between the left EMG and the sensors. The plot was created with `ft_topoplotER`.

پاسخ ۲-ا) رزولوشن طیف فرکانسی با طول پنجره با طول پنجره زمانی تعیین می‌شود. بنابراین پنجره زمانی طولانی‌تر منجر به رزولوشن بالاتر می‌شود. همچنین امکان تمایز دقیق‌تر بین فرکانس‌های نزدیک به هم را فراهم می‌کند.

برای افزایش وضوح طیف فرکانسی باید از یک پنجره زمانی طولانی‌تر استفاده کرد. این کار را می‌توان با استفاده از داده‌های پیوسته طولانی‌تر (که باعث کاهش رزولوشن زمانی می‌شود) و یا با استفاده از اضافه کردن ۰ در انتهای پنجره زمانی به دست آورد.

Smoothing عمدتاً برای کاهش نویز و تغییر پذیری در تخمین طیف توان استفاده می‌شود. مقدار smoothing به پارامتر و یا سایز کرنل بستگی دارد. smoothing بیشتر (سایز کرنل بزرگتر) طیف توانی نرم‌تری می‌دهد و نویز را کاهش می‌دهد با در نظر گرفتن هزینه‌ی این که ممکن است ساختارهای طیفی ریز و رزولوشن را کاهش دهد. برای افزایش smoothing نیاز است که سایز کرنل یا مقدار پارامتر را افزایش داد.

`cfg.tapsmofrq = 5;`

در نهایت انتخاب بین رزولوشن و smoothing یک trade-off بین جزئیات طیف توانی، میزان نویز و رزولوشن زمانی می‌باشد.

پاسخ ۲- (b)

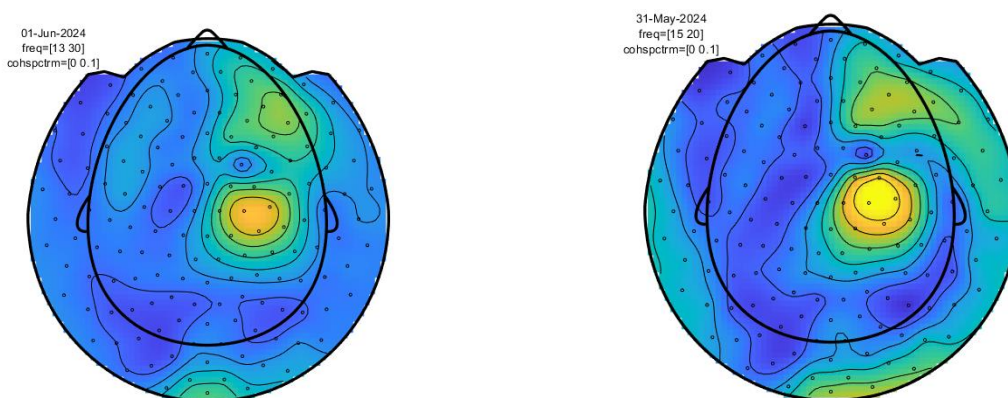


Figure 4 (a) پلات توپوگرافی بین ۱۵ تا ۲۰ هرتز (b) پلات توپوگرافی بین ۱۳ تا ۳۰ هرتز

باند بتا، ۱۳ تا ۳۰ هرتز در نظر گرفته شده است.

Exercise 3

Explain the pattern of activation in Figure 4.

Plot the topographic representation for other frequencies that might be of interest.

همانطور که می‌دانیم، قسمت سمت چپ بدن توسط سمت راست مغز و سمت راست بدن توسط نیمکره چپ مغز کنترل می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود، عمدتاً MEG نواحی سمت راست مغز در باند بتا با سیگنال MEG ارتباط coh داشته. همچنین می‌توان مشاهده کرد که عمده تمرکز محرک روی بخش motor cortex سمت راست مغز قرار دارد که نشان از ارتباط این بخش از مغز با سیگنال EMG می‌دهد.

در ادامه با توجه به این که در Figure 3 بیشترین میزان ارتباط بین ۳۵ تا ۴۵ هرتز اتفاق افتاده است، این بازه برای رسم نقشه توپوگرافی انتخاب شده است. نتیجه در زیر قابل مشاهده می‌باشد:

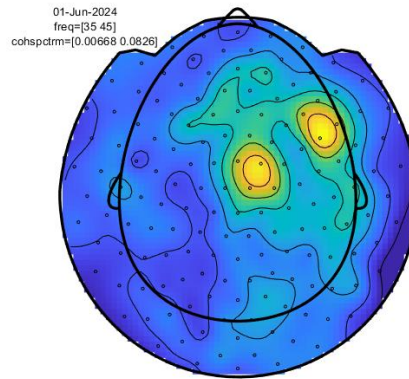


Figure 5 نقشه توپوگرافی بین بازه‌ی ۳۵ تا ۴۵ هرتز

Exercise 4

Explore the consequence of changing the smoothing in the frequency domain. Do this by recomputing the cortico-muscular coherence between the EMG signal and MEG sensor MRC21 for different degrees of smoothing. Compute the powerspectra and the cross-spectra, and the corresponding coherence using different degrees of smoothing.

a) 2 Hz smoothing (cfg.tapsmofrq = 2 Hz)

```
Copycfg      = [];
cfg.output   = 'powandcsd';
cfg.method   = 'mtmfft';
cfg.foilim   = [5 100];
cfg.tapsmofrq = 2;
cfg.keeptrials = 'yes';
cfg.channel   = {'MEG' 'EMG1ft'};
cfg.channelcmb = {'MEG' 'EMG1ft'};
freq2        = ft_freqanalysis(cfg,data);

cfg          = [];
cfg.method    = 'coh';
cfg.channelcmb = {'MEG' 'EMG'};
fd2           = ft_connectivityanalysis(cfg,freq2);
```

Plot the results of the 5 and 2Hz smoothing:

```
Copycfg      = [];
cfg.parameter = 'cohspctrm';
cfg.refchannel = 'EMG1ft';
cfg.xlim      = [5 80];
cfg.channel    = 'MRC21';
figure; ft_singleplotER(cfg, fd, fd2);
```

b) 10 Hz smoothing (e.g., cfg.tapsmofrq = 10 Hz)

```
Copycfg = [];
cfg.output = 'powandcsd';
cfg.method = 'mtmfft';
cfg.foilim = [5 100];
cfg.keeptrials = 'yes';
cfg.channel = {'MEG' 'EMG1ft'};
cfg.channelcmb = {'MEG' 'EMG1ft'};
cfg.tapsmofrq = 10;
freq10 = ft_freqanalysis(cfg,data);

cfg = [];
cfg.method = 'coh';
cfg.channelcmb = {'MEG' 'EMG'};
fd10 = ft_connectivityanalysis(cfg,freq10);
```

Plot the results of the 5, 2, and 10 Hz smoothing

```
Copycfg = [];
cfg.parameter = 'cohspctrm';
cfg.xlim = [5 80];
cfg.ylim = [0 0.2];
cfg.refchannel = 'EMG1ft';
cfg.channel = 'MRC21';
figure; ft_singleplotER(cfg, fd, fd2, fd10);
```

Which degree of smoothing do you consider optimal in the calculations above?

در این بخش به بررسی تاثیر مقادیر مختلف smoothing میپردازیم. در مرحله‌ی اول می‌خواهیم تاثیر کاهش مقدار کرنل (cfg.tapsmofrq) در کوهرنس چه قدر است که در شکل زیر قابل مشاهده است:

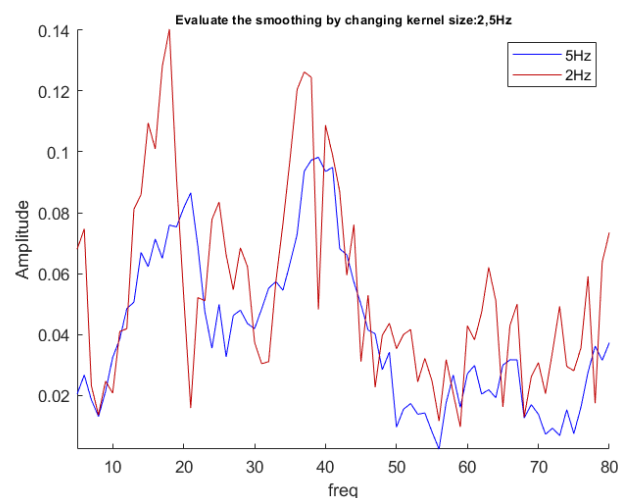


Figure 6 مقایسه‌ی کرنل smoothing ۲ و ۵ هرتز

همانطور که مشاهده می‌شود، با کاهش مقدار کرنل به ۲ هرتز، می‌توان تغییرات ناگهانی نویز مانند را در کوهرنس بیشتر مشاهده کرد. در ادامه بیشتر شدن مقدار کرنل را نیز می‌توان بررسی کرد. بدین منظور از کرنل 10 هرتز برای smoothing استفاده شده است که در شکل زیر با رنگ سبز قابل مشاهده است:

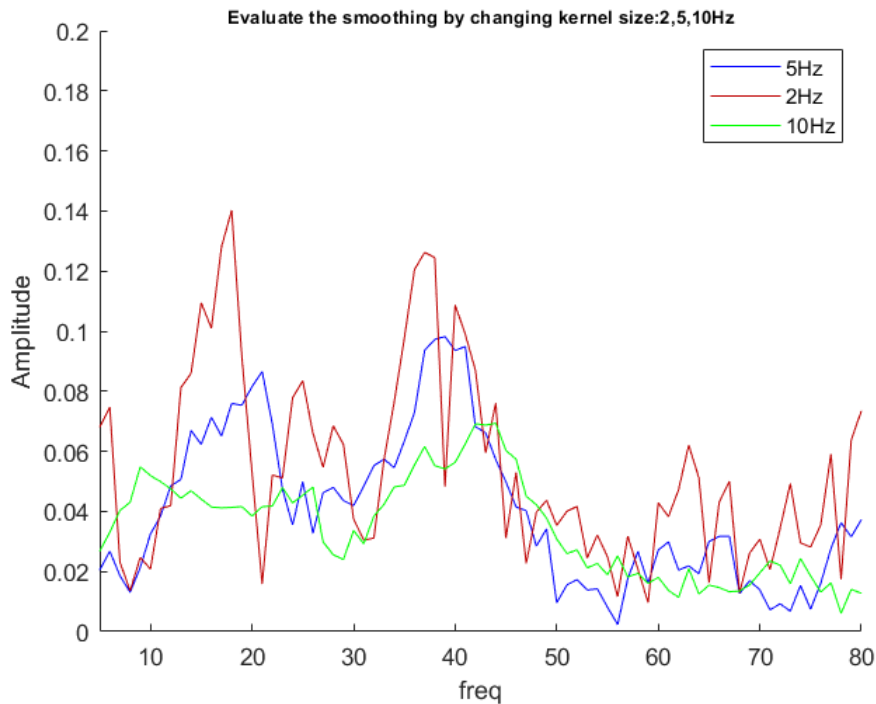


Figure 7 مقایسه‌ی کانکتیویته با کرنل smoothing ۲ و ۵ و ۱۰ هرتز

همانطور که مشاهده می‌شود، این میزان کرنل به مقدار زیادی تغییرات را نرم کرده و نموداری نرم و با نویز کمتر به ما می‌دهد. همانطور که در سوال ۲ اشاره شد، انتخاب میزان smoothing یک trade-off بین رزولوشن و نویز می‌باشد. در این مثال نیز مشاهده می‌شود که با افزایش میزان کرنل به ۱۰، برخی از قله‌ها به طور کامل از بین رفته‌اند. همچنین با کاهش میزان کرنل، نموداری نویزی و با اطلاعات کلی کمتر در کل بازه‌ی فرکانسی به دست می‌آید.

در نتیجه کرنل برابر با ۵ مقدار مناسبی جهت اعمال smoothing می‌باشد.

Exercise 5

Another question pertains to how the estimate of coherence is affected by the number of trials. We will compare the cortico-muscular coherence at two MEG sensors for different amount of data.

Create the following configuration, and compute the coherence.

```
Copycfg = [];
cfg.output = 'powandcsd';
cfg.method = 'mtmfft';
cfg.foilim = [5 100];
cfg.tapsmofrq = 5;
cfg.keeptrials = 'yes';
cfg.channel = {'MEG' 'EMG1ft'};
cfg.channelcmb = {'MEG' 'EMG1ft'};
cfg.trials = 1:50;
freq50 = ft_freqanalysis(cfg,data);
```



```

cfg                = [];
cfg.method         = 'coh';
cfg.channelcmb     = {'MEG' 'EMG'};
fd50               = ft_connectivityanalysis(cfg,freq50);

```

Plot the result

```

Copycfg            = [];
cfg.parameter      = 'cohspctrm';
cfg.xlim           = [5 100];
cfg.ylim           = [0 0.2];
cfg.refchannel     = 'EMG1ft';
cfg.channel        = 'MRC21';
figure; ft_singleplotER(cfg, fd, fd50);

```

Compare the results with figure 3. Pay special attention to the noise bias.

در این قسمت، به جای استفاده از یک تریال، از ۵۰ تریال استفاده کردیم. خروجی به صورت زیر می باشد:

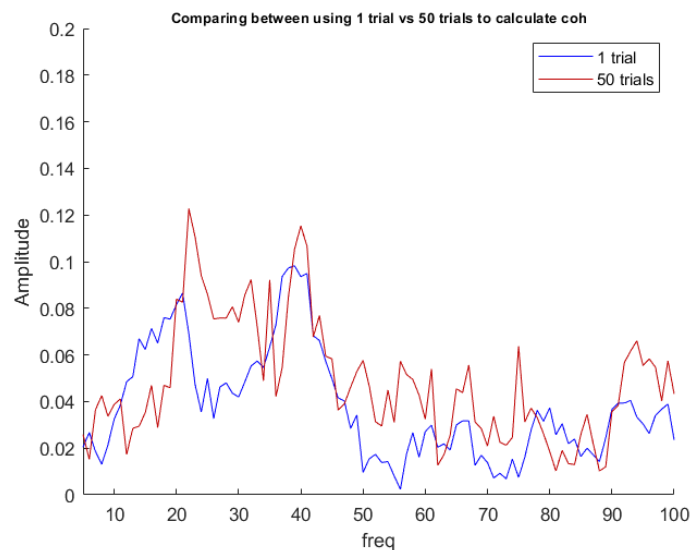


Figure 8 مقایسه‌ی کانکتیویتی با استفاده از یک تریال و ۵۰ تریال

همانطور که مشاهده می شود، با میزان یکسان smoothing، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین تریال‌های مختلف وجود دارد. می توان مشاهده کرد که هر دو سیگنال از یک روند کلی پیروی می کند و همچنین عمدتاً در حدود فرکانس ۴۰ هرتز بیشترین کوهرنسی بین MEG و EMG وجود دارد. اما فاکتور دیگری که در این مساله وارد شده است، تفاوت‌های بین آزمایشی و تاثیر وضعیت و ذهن و عملیات پس‌زمینه‌ای مغز است که باعث می شود مقدار نویز (noise bias) افزایش یابد.

از دیدگاهی دیگر، با افزایش تعداد تریال‌ها، نویزها که به طور مستقل با سیگنال جمع شده است، هم‌دیگر را خنثی کرده و باعث افزایش SNR می شود. بدین ترتیب تاثیر نویز کاهش یافته و نموداری تمیزتر باید به دست آید. همچنین می توان مشاهده کرد که بدین وسیله، میزان ارتباطات بین EMG و MEG با در نظر گرفتن تعداد بیشتری تریال، بیشتر می باشد.

می توان نقشه توپوگرافی را نیز برای حالت ۵۰ تریاله در بازه فرکانسی ۳۵ تا ۴۵ هرتز مطابق زیر رسم کرد:

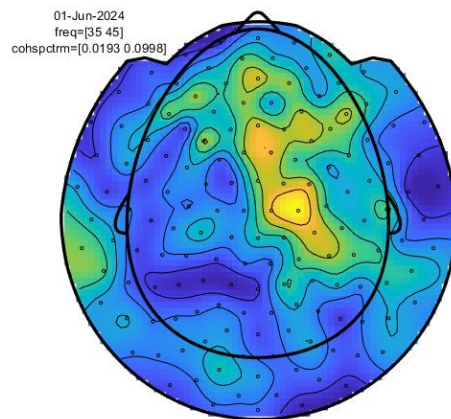


Figure 9 نقشه توپوگرافی میزان کانکتیویته کانال‌ها با EMG با احتساب ۵۰ تریال بین ۳۵ تا ۴۵ هرتز

در ادامه Coh با smoothing ۲ رسم می‌شود تا میزان تغییرات و تاثیرات نویز بیشتر نمایش داده شود:

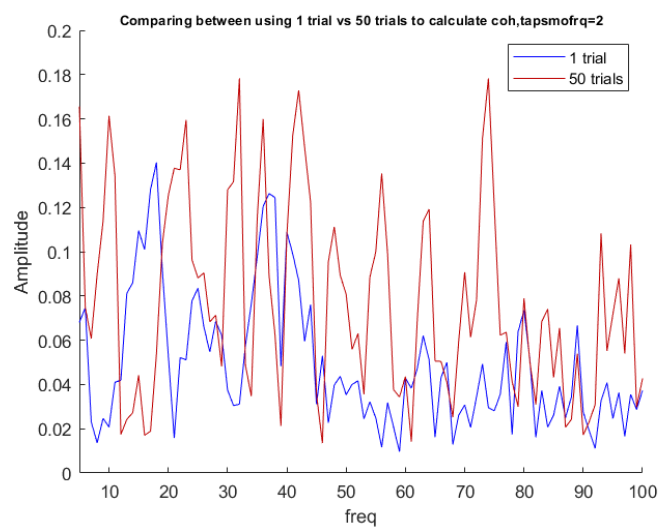


Figure 10 مقایسه‌ی کانکتیویته با استفاده از یک تریال و ۵۰ تریال با کرنل smoothing برابر با ۲

و در انتها نقشه توپوگرافی با smoothing ۲ در بازه‌ی فرکانسی ۳۵ تا ۴۵ رسم می‌شود:

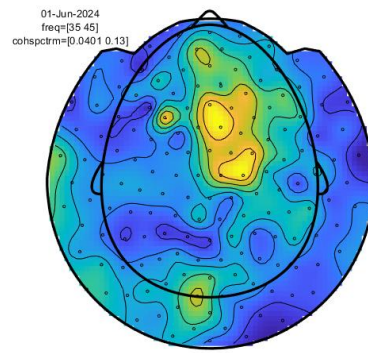


Figure 11 نقشه توپوگرافی میزان کانکتیویته کانال‌ها با EMG با احتساب ۵۰ تریال بین ۳۵ تا ۴۵ هرتز با کرنل smoothing برابر با ۲

با تشکر.