

مقاله اصلی

ارتباط کمی ریتم آلفای مغزی با ضریب هوشی

* اکبر حمزه ای مقدم^۱ MD، رستم سیف الدینی^۲ MD

دانشیار بیماریهای مغز و اعصاب^۱، استادیار بیماریهای مغز و اعصاب^۲ (دانشگاه علوم پزشکی کرمان)

مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی کرمان

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۷ - تاریخ پذیرش:

خلاصه

مقدمه: یکی از شاخص‌هایی که در بیماریهای مغزی ممکن است مورد تاثیر قرار بگیرد ضریب هوشی (IQ) می‌باشد. از سالها قبل سعی شده با تعیین روشی جهت کمی کردن میزان هوش از آن به عنوان یک شاخص جهت تشخیص و سیر بیماری استفاده نمود. از بهترین روش‌های تعیین هوش در حال حاضر آزمون‌های روانشناختی و کسلر می‌باشد. که البته محدودیت‌های خاص خود را دارد از جمله این که این روش‌ها وقت‌گیر هستند و به توجه و همکاری طرف مقابل نیازمندند. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط کمی ریتم آلفای مغزی با ضریب هوشی بوده است.

روش کار: این مطالعه توصیفی در مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی کرمان به انجام رسیده است. ۷۱ دانش آموز پسر ۱۰ ساله مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از کلیه دانش آموزان آزمون هوش WISC-R و EEGhg; jv, hkst کمی الکتروانسفالوگرافی کمی به عمل آمد و نتایج آزمون هوش در سه نمره کلی، آزمون عملی و آزمون کلامی با ریتم آلفا در مناطق مختلف مغزی و همین‌طور شاخصهای میانگین توزیع شاخصهای آلفا و توالی اوج آلفا مقایسه گردیده است. مشخصات فردی؛ نتایج آزمون‌های الکتروانسفالوگرافی و ضریب هوش در پرسشنامه جمع‌آوری گردید و با استفاده از آمار توصیفی و جداول توزیع فراوانی پردازش شد. جهت پی بردن به ارتباط بین ضریب هوشی و ریتم آلفا از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده گردید.

نتایج: نتایج حاصل از این مطالعه به طور خلاصه نشان می‌دهند که بین ضریب هوشی و موارد غیرطبیعی در نقشه برداری از مغز ارتباط واضحی وجود دارد. یعنی نقشه برداری غیرطبیعی با هوشی پائین‌تر مربوط است. بین ضریب هوشی، دیس ریتمی و الکتروانسفالوگرافی ارتباط واضحی وجود دارد یعنی دیس ریتمی در الکتروانسفالوگرافی با هوش پایین‌تر مربوط است.

نتیجه گیری: در کل می‌توان نتیجه گرفت تغییرات کمی الکتروانسفالوگرافیک را می‌توان به عنوان یک شاخص هوشی مد نظر داشت.

کلمات کلیدی: الکتروانسفالوگرافی، هوش، ریتم آلفا، بهره هوشی

* کرمان - دانشگاه علوم پزشکی، دانشیار - نویسنده رابط

email: Ros@Kmu.ac.ir

مقدمه

از سالها قبل یکی از روشهایی که در بررسی اختلالات شناختی استفاده می‌گردد الکتروانسفالوگرافی (EEG)^۱ بوده است (۱).

با توجه به شواهد قبلی این طور به نظر می‌رسد که ریتم‌های طبیعی مغزی و تغییرات آنها صرف نظر از وجود یا عدم وجود ریتم‌های غیرطبیعی با شناخت و هوش ارتباط داشته باشند (۱). یکی از این ریتم‌های طبیعی مغزی، ریتم آلفا است که در این مورد سهم بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. از ذکر اهمیت آن می‌توان گفت که با استفاده از این روش تهاجمی که نیاز زیادی به همکاری بیمار ندارد، می‌توان اختلالات هوشی شناختی را ساده‌تر و سریعتر تشخیص داد. بدیهی است در صورتی که نتیجه کار مؤید فرضیه فوق باشد، به جای استفاده از آزمون‌های روان‌شناختی که نیاز به همکاری زیاد بیمار و عوامل مخدوش‌کننده فراوانی آنرا تحت تاثیر قرار می‌دهند، می‌توان از الکتروانسفالوگرافی و تجزیه و تحلیل اطلاعات کمی شده آن استفاده نمود. الکتروانسفالوگرافی که در این پژوهش استفاده شده است از نوع کمی بوده است که متفاوت از روشهای مرسوم الکتروانسفالوگرافی است به طوری که در این روش می‌توان امواج و ریتم‌های مختلف مغزی را به صورت کمی در هر منطقه مجزای مغزی مشخص نمود. که این خود یک برتری نسبت به مطالعات قبلی است. از طرف دیگر در مطالعات قبلی حداکثر از پیک فرکانس آلفا استفاده گردیده در حالی که در این جا علاوه بر آن از میانگین توزیع^۲ نیز استفاده می‌گردد. در ضمن گروه سنی خاصی که در این مطالعه انتخاب گردیده در هیچ کدام از مطالعات قبلی وجود نداشته است.

در یک مطالعه که ارتباط بین فرکانس ریتم آلفا و هوش را در بالغین سالم بررسی می‌کند چنین ذکر شده است که

الکتروانسفالوگرافی بیانگر تفاوت‌های فردی در عملکرد مغزی است و لذا یک وسیله با ارزش برای نشان دادن اساس بیولوژیک هوشی می‌باشد. منتها این سوال که آیا این روش و به خصوص ریتم آلفا با هوش ارتباط دارد همچنان نامشخص مانده است.

در یک مقاله دیگر ارتباط بین تغییرات در باند آلفای ایجاد شده در الکتروانسفالوگرافی با توجه بررسی گردیده است. بدین صورت که باند آلفا را در سه محدوده (تحتانی، میانی و فوقانی) تقسیم کرده و طی انجام یک الکتروانسفالوگرافی ایوکد^۳ از بیمار یک Oddball Task صورت می‌گیرد. بدین صورت که یک سیگنال هشداردهنده قبل از هدف^۴ یا بدون هدف^۵ داده می‌شد.

باند تحتانی آلفا، بیانگر مرحله هوشیاری^۶ بوده و فقط از پاسخ به سیگنال هشداردهنده داده می‌شود. باند میانی بیانگر انتظار است و حدود یک ثانیه قبل از هدف یا بدون هدف ظاهر می‌شود. باند فوقانی فقط بعد از این که هدف ظاهر شد، سنکرونیزه می‌شود و لذا بیانگر انجام شمارش هدف است. فقط در بخش تحتانی فرکانس آلفا بیانگر حالت توجهی مورد نیاز در وضعیت^۷ نظیر هشیار و انتظار خواهد بود (۶). نتایج مطالعه دیگری که ارتباط ریتم آلفا و فرایند حافظه را بررسی کرده است، نشان داده است، که علاوه بر آن که فرکانس آلفا یک تغییر از عملکرد حافظه است، فرکانس آلفای افراد با حافظه خوب^۸ ۱ Hz بالاتر از افراد با حافظه بد است. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط کمی ریتم آلفای مغزی با ضریب هوشی بوده است.

روش کار

این مطالعه توصیفی در مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شده است. به دو مدرسه

³ Evoked⁴ Target⁵ non-target⁶ Phasic Alertness⁷ attentional demand¹ Electroencephalography² Mean distribution

توزیع آلفا^۲ (متوسط پراکندگی آلفا در فیلد پتانسیل‌های مختلف در یک واحد زمانی) و لوکالیزاسیون به این مفهوم که مقادیر PAF را بر حسب مناطق مختلف مغز به طور مجزا ترسیم می‌نماید مد نظر بوده اند.

تکنیک‌های الکتروفیزیولوژیک

بر روی همه دانش‌آموزان، تکنیک‌های الکتروفیزیولوژیک زیر انجام شده است:

۱ - EEG: الکتروانسفالوگرافی مرسوم بدون تحریک به مدت ۵۰۰ ثانیه و تحریک نورانی به مدت ۳ دقیقه (۲۰ هرتز) و هیپرونتیلیاسیون (۲۰ تنفس در دقیقه) انجام شد و ثبت بر اساس مونتاژهای چهارگانه و به ویژه مونتاژ افقی گشتالت آنالیز گردید.

۲ - EEG کمی: نقاط راندوم و انتخاب شده بر حسب معیارهای پیشنهادی نوار^۳، مورد تجزیه به صورت قدرت مطلق و قدرت نسبی قرار گرفت و درصد ناحیه‌ای، نقطه‌ای و لحظه‌ای ریتمهای آلفا، بتا، تتا و دلتا بدست آمد.

۳ - الکتروانسفالوگرافی با نقشه برداری مغز: شامل مراحل زیر می‌باشد:

- الف) ترسیم Spectral Plots بر اساس FFT^۴
- ب) تجزیه و تحلیل خلاصه سیر امواج و کمپلکسها
- ج) بررسی و تعیین کانونهای آئینه‌ای
- د) یافتن کانون بر اساس نقاط طیفی و قدرت
- ه) بررسی فرکانس لحظه‌ای و نسبت آن با دامنه در همان محدوده

روش انجام تکنیک‌های الکتروفیزیولوژیک

در حین مطالعه، دانش‌آموزان راحت، روی صندلی در اتاقی ساکت نشاندگی شده و EEG ۱۶ کاناله، مطابق با سیستم ۲۰ - ۱۰ با الکترودهای زیر ثبت می‌شد: قدام فرونتال (FP1،

پسرانه مراجعه شد و ۷۱ دانش‌آموز به صورت تصادفی انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. بیماران از بین پسران دانش‌آموز ۱۰ ساله ای انتخاب شدند که سلامت جسمی و روانی بر حسب عدم وجود سابقه ابتلاء به بیماریهای عصبی و روانپزشکی بر حسب معاینه و تأیید روانشناس و عصبی مورد تأیید قرار گرفته بود و هیچ گونه سابقه فامیلی مثبت برای بیماریهای عصبی روانپزشکی نداشتند.

در صورتی که هر کدام از این افراد بیماری عصبی، بیماری روانی قبلی، عقب ماندگی هوشی یا هوش مرزی (در این مطالعه از $IQ \leq 80$ به عنوان معیار استفاده گردیده)، احتمال ابتلا به ADHD، داشتن بیماری روانی یا عقب ماندگی ذهنی در وابستگان درجه اول، مصرف داروهای نظیر داروهای ضد تشنج، بنزودیازپین ها، آنتی‌سایکوتیک و روان‌گردان‌ها نیز از مواردی بود که موجب کنار گذاشته شدن فرد از مطالعه شدند.

ضریب هوش کلیه دانش‌آموزان با آزمون IQ که از نوع WISC-R (مقیاس هوش و کسلر برای کودکان ۷ تا ۱۶ ساله) می‌باشد محاسبه گردید. این آزمون توسط یک روانشناس مجرب انجام شد.

از کلیه دانش‌آموزان توسط یکی از متخصصین مغز و اعصاب الکتروانسفالوگرافی به عمل آمد. سپس مقایسه بین عدد ضریب هوشی بدست آمده با اعداد استخراج شده مربوط به متغیرها صورت گرفت.

انجام کلیه آزمون از جمله آزمون الکتروانسفالوگرافیک به صورت رایگان انجام گردیده است. همچنین لازم است گفته شود، انجام الکتروانسفالوگرافی و آزمون IQ توسط دو فرد متفاوت که بدون اطلاع از نتایج یکدیگر بوده اند صورت گرفته است. در انجام qEEG سه عامل توالی اوج آلفا^۱ (فرکانس که در آن موج آلفا بیشترین مقدار را دارد)، میانگین

² Mean distribution alpha

³ Nuwer

⁴ Fast Fourier Transformation

¹ Peak alpha frequency

ابزار مورد استفاده: الکتروانسفالوگرافی توسط دستگاه الکتروانسفالوگرافی مدل توئینر IV - کپی شده در ایران ۲۴ کاناله انجام شده و نقشه مغزی و الکتروانسفالوگرافی با استفاده از نرم افزار دو بعدی توپوگرافی MY1997 صورت گرفت. مشخصات فردی و نتایج آزمونهای الکتروانسفالوگرافی و ضریب هوشی در پرسشنامه جمع آوری گردید. اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از آمار توصیفی و جداول توزیع فراوانی پردازش شد.

جهت پی بردن به ارتباط بین ضریب هوشی و ریتم آلفا از آزمون همبستگی اسپیرمن، جهت مقایسه میانگین ضریب هوشی در سه گروه از آزمون کروسکال - والیس و در دو گروه از آزمون من ویتنی استفاده شد. سطح معنی داری ۰/۰۵ و در موارد adjustment ۰/۰۱۵ در نظر گرفته شد.

مطابق جدول و نمودار ۱، ۷۱ مورد آزمون IQ انجام شده، که از مقدار حداقل ۸۰ تا حداکثر ۱۲۷ می باشد. حدود ۵/۶ درصد زیر ۸۵ و ۱۰ درصد بالای بود.

FP2، فرونتال (F3, F4)، سانترال (C3, C4)، پارینتال (P3, P4)، اکسیپیتال (O1, O2)، فرونتال - تمپورال (F7, F8) و خلف تمپورال (T5, T6). الکتروادهای رفرنس روی گوشها قرار گرفته بود و از فیلترهای فرکانس بالای ۷۰ هرتز با زمان ثابت ۰/۳ ثانیه استفاده شد.

۱۰۰ ثانیه از تراسه EEG با نقشه برداری مغز^۱ مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز متوالی هر سگمان EEG شامل انتخاب ۵ قطعه ۱۰ ثانیه‌ای EEG - عاری از آرتیفک - انجام شد و بعد از انجام FFT بر روی این سگمانها از نتایج حاصل میانگین گیری به عمل آمد.

در اولین مرحله، توزیع فضائی Spectral Power بیوپتانسیلها مورد مطالعه قرار گرفت. برای هر اشتقاق در هر باند فرکانسی (دلتا، تتا، آلفا، بتا ۱ و بتا ۲)، قدرت طیفی (Spectral Power) با رزولوشن ۰/۲ هرتز محاسبه گردید. از این نتایج بعداً برای ترسیم نقشه های مغزی - با روش الحاق (Interpolation) استفاده گردید.

بعد از آن اندکس آسیمتری بین دو نیمکره محاسبه شد. با

$$IA = (S-D)/(S+D) \times 100 : (10)$$

که در آن:

$$\text{Interhemispheric Asymmetry Index} = IA$$

$$S, D = \text{حاصل قدرت طیفی ریتمهای EEG برای نقاط}$$

قرینه به ترتیب در نیمکره های چپ و راست می باشد. در مرحله

آخر از روش Intracortical Interaction Mapping

استفاده گردید.

در مقایسه با روشهای معمول EEG-Mapping که توزیع پتانسیل یا قدرت طیفی آنها در سطح کورتکس نشان می دهد، این روش، ارتباطات درونی ما بین نواحی کورتیکال را در شرایط تجربی مختلف نشان می دهد. مقادیر فرکانس پیک آلفا را می توان از رابطه زیر بدست آورد (۱۰):

$$PAf = \frac{Max\alpha - Min\alpha}{\sqrt{IA}}$$

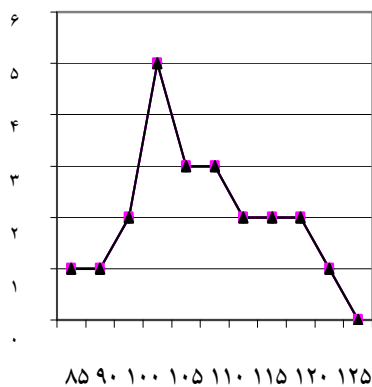
¹ Brain Mapping

نتایج

نتایج حاصله از این مطالعه برای تسهیل در استنتاج کافی و صحیح به صورت زیر خلاصه شدند: سن نمونه‌ها ۱۰ سال می‌باشد و همگی پسر می‌باشند. فراوانی نسبی بر حسب IQ:

جدول ۱ - فراوانی نسبی بر حسب IQ

IQ	تعداد	درصد	درصد تجمعی
۸۰	۱	۱/۴	۱/۴
۸۵	۳	۴/۲	۵/۶
۸۶	۱	۱/۴	۷/۰
۸۷	۲	۲/۸	۹/۹
۸۸	۱	۱/۴	۱۱/۳
۸۹	۱	۱/۴	۱۲/۷
۹۰	۲	۲/۸	۱۵/۵
۹۱	۳	۴/۲	۱۹/۷
۹۲	۲	۲/۸	۲۲/۵
۹۳	۳	۴/۲	۲۶/۸
۹۴	۲	۲/۸	۲۹/۶
۹۶	۵	۷/۰	۳۶/۶
۹۷	۲	۲/۸	۳۹/۴
۹۸	۱	۱/۴	۴۰/۸
۹۹	۱	۱/۴	۴۲/۳
۱۰۰	۳	۴/۲	۴۶/۵
۱۰۱	۷	۹/۹	۶۰/۶
۱۰۲	۳	۴/۲	۶۰/۶
۱۰۳	۴	۵/۶	۶۶/۲
۱۰۴	۱	۱/۴	۶۷/۶
۱۰۵	۳	۴/۲	۷۱/۸
۱۰۶	۶	۸/۵	۸۰/۳
۱۰۸	۲	۲/۸	۸۳/۱
۱۰۹	۳	۴/۲	۸۷/۳
۱۱۱	۲	۲/۸	۹۰/۱
۱۱۶	۲	۲/۸	۹۳/۰
۱۲۰	۲	۲/۸	۹۵/۸
۱۲۲	۱	۱/۴	۹۷/۲
۱۲۴	۱	۱/۴	۹۸/۶
۱۲۷	۱	۱/۴	۱۰۰
جمع	۷۱	۱۰۰	۱۰۰



نمودار ۱ - فراوانی نسبی بر حسب IQ در پسران مورد مطالعه

- فراوانی نسبی بر حسب دست غالب: از ۷۱ نفر ۶۴ نفر راست دست بودند که معادل ۹۰/۱ درصد است، و ۷ نفر چپ دست که معادل ۹/۹ درصد می‌باشد. ارتباط IQ با دست غالب با ارزش p معادل ۰/۶۵ بدست آمده که معنی‌دار نبود.

- فراوانی نسبی بر حسب نوع زایمان: از ۷۱ مورد ۳۰ مورد سزارین که معادل ۴۲/۳ درصد بوده و ۴۱ نفر زایمان طبیعی داشته که معادل ۵۷/۷ درصد می‌باشد. ارتباط IQ با نوع زایمان با p -value معادل ۰/۵۲ بدست آمد که این نیز معنی‌دار نبود.

- فراوانی نسبی بر حسب MAP: از ۷۱ مورد ۵۳ نفر MAP کاملاً طبیعی داشته‌اند. در ۱۴ نفر MAP یک کانون را مشخص کرد و در ۴ نفر کانون مشخص نشد ولی غیرطبیعی خفیفی وجود داشت. ارتباط IQ با تغییرات MAP با ارزش p معادل ۰/۰۰۱ بدست آمد که کاملاً معنی‌دار می‌باشد.

- فراوانی نسبی بر حسب الکتروانسفالوگرافی: در حدود ۵۶ نفر الکتروانسفالوگرافی کاملاً طبیعی گزارش شده است. در ۶ نفر این آزمون کاملاً غیرطبیعی بوده است. در ۹ نفر دیس ریتمی خفیفی را نشان داده. ارتباط IQ با الکتروانسفالوگرافی با ارزش p معادل ۰/۰۰۱ بدست آمد که کاملاً معنی‌دار بود.

- ارتباط ضریب همبستگی و p -value بین نمرات ضریب هوشی با Interhemispheric Asymetry (IA): مقادیر IA بر حسب مناطق مختلف مغزی محاسبه گردید که بر اساس

عمومی (فاکتور g). یعنی ارتباط واضح زیادی بین مقادیر فرکانس آلفا با توانایی‌های کلامی دیده شد ولی ارتباط واضحی با توانایی‌های مقیاسی و ریاضی دیده نشد.

همان طور که مشاهده می‌شود تا به حال نتایج متفاوتی بدست آمده است که البته بیشتر نظر بر این بوده که ارتباط واضحی بین فرکانس آلفا و IQ وجود ندارد. نتایج این مطالعه نیز تأییدکننده این مطلب بوده، یعنی ارتباطی بین PAF بر حسب مناطق مختلف مغزی و نمره IQ کل و توانایی‌های کلامی و عملی مشاهده نشد. همینطور بین MDA و IQ و توانایی‌های کلامی و عملی ارتباطی مشاهده نشد. که البته در مطالعات قبلی از این اندکس خیلی کمتر استفاده شده بود. همین طور در این مطالعه ارتباطی بین مقادیر آلفا بر حسب مناطق مختلف مغزی و IQ بررسی شد. مقادیر P-Value بدست آمده در فرونتال بیشترین ارتباط و در اکسیپوت کمترین ارتباط را داشته‌اند که متناسب با حالت طبیعی است. ولی مقادیر بدست آمده معنی‌دار نبوده و نشان می‌دهد ارتباطی بین این دو وجود ندارد.

شاخص دیگری که در این پژوهش از آن استفاده گردید IA می‌باشد. در مطالعه‌ای که قبلاً توسط جاسواک^۶ انجام گرفته بود نشان داده شد که در باندهای پایین‌تر آلفا ارتباطی بین IQ و IA وجود نداشته ولی در باندهای بالاتر آلفا ارتباط مثبتی بدست آورده‌اند. در این پژوهش نیز ارتباطی بین IA و مقادیر IQ و توانایی‌های کلامی و عملی دیده نشد.

— در مورد ارتباط بین IQ و MAP، جاسواک ارتباط بین هوش و MAP را در شش باند فرکانس مختلف بررسی کرد. در باندهای α و β_3 ارتباطی دیده نشد. در این پژوهش ارتباط قوی بین تغییرات MAP و میزان هوش را نشان می‌دهد. به طوری که افرادی که MAP غیرطبیعی دارند دارای میزان IQ پایین‌تر می‌باشند. لازم به ذکر است که نقشه برداری مورد استفاده در روش مطالعه قبلی از نوع 3-4 neighbors line analysis بوده است. در حالی که نقشه برداری که در این

p-value های بدست آمده بین IA با نمرات IQ دارای ارتباطی نبوده و معنی‌دار نبود.

— ارتباط ضریب همبستگی و ارزش p بین توالی اوج آلفا (APF)^۱ و IQ: مقادیر APF بر حسب مناطق مختلف مغزی محاسبه گردید که بر اساس p-value های بدست آمده ارتباطی بین نمرات IQ و APF بدست نیامد و معنی‌دار نبود.

— ارتباط ضریب همبستگی و p-value بین (MDA) Mean Distribution Alpha و IQ: مقادیر MDA بر حسب مناطق مختلف مغزی محاسبه گردید که بر اساس p-value های محاسبه شده ارتباطی بین IQ و MDA وجود ندارد.

بحث

در این پژوهش، از ۷۱ دانش آموز پسر ۱۰ ساله EEG و تست هوش و کسلر انجام گرفت. و نتایجی بدست آمد که لازم است تا با نتایج مطالعات قبلی در این زمینه مقایسه گردد.

— در مورد ارتباط ریتم آلفا با IQ طبق مطالعات قبلی نتایج مختلفی بدست آمده بود. مثلاً در مطالعه‌ای که توسط پستومن^۲ و همکاران انجام شده بود، نشان دادند که گرچه APF نظیر IQ شدیداً اثری است ولی به نظر نمی‌رسد مغزهای باهوش بالاتر دارای APF بالاتری نیز باشند. از طرف دیگر در مطالعه دیگری که توسط کلیمچ^۳ و همکاران صورت گرفته نشان دادند افراد با حافظه خوب، فرکانس آلفای آنها یک هرتز بالاتر از افراد با حافظه بد می‌باشد. نوربرت و سنیجا^۴ نیز ارتباط ضعیفی را بین مقادیر بر اساس سطح فعالیت در مناطق مختلف مغز به دست آوردند.

اندری و فردریچ^۵ به طور متفاوتی نشان دادند که فرکانس آلفا با توانایی‌های خاص ارتباط بیشتری داشته تا با توانایی‌های

¹ Alpha Peak Frequency

² D.Posthuman

³ Klimesch

⁴ Norbert Jausovec و Ksenija Jausvec

⁵ Friedrich Vogel, Andery Anokhin

⁶ Jausovec

البته در این مطالعه در مورد ساعت و شرایط زایمان اطلاعاتی کسب نشده و فقط افراد به دو گروه زایمان طبیعی و سزارین تقسیم شده اند و ارتباطی بین میزان IQ و نوع زایمان بدست نیامد. همان طور که ذکر شده شرایط زایمانها مد نظر قرار نگرفته و شاید همین نکته باعث تفاوت نتیجه این پژوهش با مطالعه قبلی شده باشد.

- در مورد ارتباط بین میزان هوش و لترالیزاسیون دست غالب روبرت نیدلمن^۳ طی مقاله ای اعلام کرد چپ دست ها نمره IQ پایین تر در توانایی های غیر کلامی دارند. البته در بسیاری از تحقیقات دیگر اختلافی در IQ غیر کلامی بین چپ دستها با راست دستها مشاهده نگردید. در این مطالعه نیز نتایج به تایید همین مطلب می باشد، یعنی ارتباطی بین دست غالب و هوش دیده نشده است.

پژوهش مورد استفاده قرار گرفته از نوع جدید و پیشرفته تری است که به نام توزیع خاص لگاریتم^۱ می باشد.

- به همین ترتیب بین تغییرات دیده شده در الکتروانسفالوگرافی و میزان IQ در این تحقیق ارتباط معنی داری دیده شد. یعنی که موارد از الکتروانسفالوگرافی با اینورمالی واضح، دارای میزان IQ پایین تر بودند. سؤال مهمی که در این جا وجود دارد و تا به حال در مورد آن تحقیقی صورت نگرفته این است که آیا بین انواع مختلف دیس ریتمی های EEG و میزان IQ ارتباطی وجود دارد؟ که این خود می تواند طرحی برای تحقیق بعدی باشد.

- در مورد ارتباط بین میزان IQ و نوع زایمان لورا فنستر در کلیولند^۲ نشان داد IQ در اطفال تحت زایمان طبیعی که بیشتر از ۱۲ ساعت طول کشیده دارای هوش کمتری نسبت به خواهر و برادرهایی که سزارین شده اند دارند.

³ Robert Needlman-

¹ Spatial Distribution Logarithm

² Laura Fenster در Cleveland

References:

- 1- Anokhin AP, Vogel F. EEG alpha rhythm frequency & intelligence in normal adult. *Intelligence* 1996; 23:1-14.
- 2-Duffy F, Hugheo Y, Mironda F, Bernad P, Cook P. Status of quantified EEG (qEEG) in clinical Practice . *Clinical Electro encephalography* 1994; 25: VI-XXII.
- 3-Jousovec N, Jausovec K. Differences in resting EEG related to ability *Brain Topogr.* 2000; 12: 229-240.
- 4-Jousovec N, Jausovec K. Differences in EEG current density related to intelligence acognitive *Brain research Vol* 12, Issue 1, 2001; P 55-60.
- 5-Klimesch W. EEG alpha rhythms & memory prosses *Int J Psychophysiol* 1997; 26: 319-340.
- 6-Klimesch W. et al. Induced alpha band power changes in the human EEG & attention – *Newrosci lett* 1998; 224 (2): 73-6.
- 7-Misulis KE. *Essentials of clinical Neurophysiology*; Butterworth – Heingemann: Secind Edition; 1997. 169-172.
- 8-Posthuma D, Neale MC, Boomsma DI, Degeus EJC. Are smarter Brains Running faster: Heritability of alpha peak frequency. IQ & their interrelation *Behavior Genetics* 2001; 6: Vol. 31.
- 9-Sellar's AH, Eickhoff KV. Statistical cross validation of a premorbid WISC-R-index. *Arch Clin Neuropsychol* 1990; 5 (2): 212.
- 10- Strelets VB. EEG mapping in emotional and cognitive pathology. *Complex Brain Functions, Conceptual Advances in Russian Neuroscience* 2000; Vol. 2, 151-167.
- 11- Victor M, Ropper AH. *Adams & Victors Principles of neurology*. USA:McGraw – Hill; 7th edition . Vol.2. 2001.
- 12- Wong PKH. *Introduction to brain topography*. New York: Plenum Press; 2001. P 19-20.