

## ارزیابی تقارن نیمکره مغزی کودکان مبتلا به لکنت رشدی از طریق الکتروانسفالوگرافی کمی در حین استراحت

احسانه بهرامیان<sup>۱</sup>، دکتر مظاهر رضایی<sup>۲</sup>

نویسنده‌ی مسئول: گروه روان شناسی بالینی، مرکز آموزشی درمانی شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان mazrez@zums.ac.ir

دریافت: ۹۵/۳/۱۹ پذیرش: ۹۵/۹/۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** یافته‌های متنوعی فرضیه نارسایی در تقارن نیمکره مغز افراد مبتلا به لکنت را مطرح ساخته است. هدف از این تحقیق بررسی الگوهای الکتروانسفالوگرافی کمی (QEEG) افراد مبتلا به لکنت رشدی در تعیین اعتبار نظریه ناتقارنی معکوس نیمکره راست می‌باشد. **روش بررسی:** این تحقیق بر روی ۱۳ فرد مبتلا به لکنت رشدی، ۷ تا ۲۳ ساله انجام شد. از تمام نمونه‌ها ثبت QEEG به عمل آمد و نتایج با پایگاه داده‌ای هنجاری Neuroguide و LORETTA مقایسه شد.

**یافته‌ها:** نتایج این تحقیق به صورت پنج یافته به شرح زیر می‌باشد. یافته‌ی اول: بیشترین تمرکز موج دلتا در نیمکره چپ و در لوب‌های پیشانی و گیجگاهی بود. یافته‌ی دوم: موج آلفا ۱ در نیمکره‌ی چپ و در لوب گیجگاهی بیشترین میزان را دارد. یافته‌ی سوم: بیشترین تمرکز موج آلفا ۲ در نیمکره‌ی چپ و در شکنج پیشانی میانی و گیجگاهی فوقانی بود. یافته‌ی چهارم: بیشترین تمرکز موج بتا ۲ در نیمکره‌ی راست و در لوب‌های گیجگاهی و آهیانه‌ای بود. یافته‌ی پنجم: موج بتا ۳ در نیمکره‌ی چپ و در لوب پیشانی کمترین میزان و در شکنج کمرنبندی هر دو نیمکره بیشترین میزان را دارا بود.

**نتیجه گیری:** نظریه تقارن معکوس نیمکره‌ی راست مغز در افراد مبتلا به لکنت بیشترین شواهد را دریافت کرد.

**واژگان کلیدی:** لکنت رشدی، الکتروانسفالوگرافی کمی، تقارن نیمکره‌ای

### مقدمه

می‌باشد که ۷۰ تا ۸۰ درصد از این موارد به‌طور خود به خودی بهبود می‌یابند و یک درصد آن‌ها پس از بلوغ به لکنت پایدار تبدیل می‌گردند (۳). اکثر مطالعات عصب شناختی اخیر بر وجود الگوی ناهنجار فعالیت مغزی در افراد مبتلا به لکنت با منشا رشدی تاکید نموده‌اند (۴ و ۵).

لکنت رشدی (Developmental stuttering) اختلال در روانی گفتار با مشخصه‌های تکرار، کشیده گویی و توقف‌های غیر ارادی به‌ویژه در قسمت شروع گفتار می‌باشد (۱). این اختلال به‌طور ویژه بین ۲ تا ۶ سالگی آغاز می‌شود (۲) و شیوع آن ۴ تا ۵ درصد در میان کودکان پیش دبستانی

۱- کارشناسی ارشد روان شناسی بالینی، گروه روان شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، زنجان

۲- دکترای تخصصی روان شناسی بالینی، گروه روان شناسی بالینی، مرکز آموزشی درمانی شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان

می‌گیرد. در صورتی که فعالیت نیمکره‌ی راست در مناطق شنیداری و زبانی در نیمکره راست بیشتر باشد، فرضیه ناتقارنی معکوس نیمکره‌های مغزی پذیرفته خواهد شد.

### روش بررسی

**نمونه:** این مطالعه به صورت مورد شاهدهی انجام گرفته است. جامعه‌ی گروه مورد را کلیه‌ی افراد مبتلا به لکنت رشدی، ۷ تا ۲۳ سال، مراجعه کننده به کلینیک‌های گفتار درمانی شهر زنجان، در سال ۱۳۹۳ تشکیل می‌دهند. روش نمونه‌گیری به صورت غیر تصادفی و متشکل از نمونه در دسترس که به کلینیک‌های گفتار درمانی شهر زنجان در سال ۱۳۹۳ مراجعه کرده‌اند، می‌باشد. جامعه‌ی گروه شاهد متشکل از گروه هم سن در پایگاه داده‌ای هنجار نوروگاید می‌باشد. معیارهای ورود و خروج در جدول یک آورده شده است. ۱۶ نفر از نمونه‌ها با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج که ۵ نفر به علت مصرف دارو، ۴ نفر مبتلا به کم شنوایی، ۵ نفر چپ دست بودن و دو نفر مبتلا به سایر اختلالات گفتاری از طرح خارج شدند. در نهایت، گروه مورد شامل ۱۳ نفر مبتلا به لکنت رشدی، ۷ تا ۲۳ ساله (۱۰ نفر مذکر و ۳ نفر مونث) را تشکیل داد. جدول ۲ ویژگی‌های گروه مورد را بر حسب سن نشان می‌دهد.

جدول ۱: معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود	معیارهای خروج
سن ۷ تا ۲۳ سال	ابتلا به سایر اختلالات گفتاری
داشتن لکنت از نوع رشدی	ابتلا به کم شنوایی
راست برتری دست	دریافت هرگونه دارو
	سابقه بیماری نورولوژیک و ضربه مغزی
	اختلالات روان پزشکی رشدی (عقب ماندگی ذهنی و طیف اوتیسم)

علی رغم اینکه نتایج به دست آمده متفاوت و گاهی متناقض بوده‌اند، اما الگویی کلی که می‌توان از آن نتیجه گرفت این است که نیمکره‌ی چپ افراد مبتلا به لکنت نسبت به محرک‌های زبانی فعالیت کمتری نشان می‌دهد (۷ و ۶). به نظر می‌رسد این نقص، نیمکره‌ی چپ را مستعد مداخله از سوی فرآیندهای عصبی نیمکره راست می‌کند که به شکل بیش فعالی نیمکره‌ی راست آشکار می‌گردد (۶). یافته‌هایی از این دست فرضیه نارسایی در تقارن نیمکره‌ی مغز افراد مبتلا به لکنت را مطرح ساخته است (۸).

مطالعات انجام یافته از طریق تصویرسازی (۱۷-۹)، همبستگی لکنت با مناطق حرکتی، زبانی، شنیداری، پیش پیشانی، لیمبیک، و نیز مناطق زیر کورتکس را نشان می‌دهد. گفتار غیر روان (Nonfluent speech) معمولاً با غیر فعال شدن در مناطق شنیداری و زبانی نیمکره‌ی چپ و فعالیت زیاد نیمکره راست همراه می‌باشد (۱۶ و ۱۳ و ۹).

چندین مطالعه که با استفاده از الکتروانسفالوگرافی انجام شده‌اند نشان داده‌اند که در افراد مذکر مبتلا به لکنت زبان امواج آلفای نیمکره راست در برابر کلمات و تکالیف محرک سرکوب می‌شوند. افراد سالم سرکوب امواج آلفا را در نیمکره چپ نشان داده‌اند. در افراد مبتلا به لکنت زبان چپ دستی و دوسو توانی بیشتر دیده می‌شود (۲۰-۱۷). در این پژوهش‌ها نیز نارسایی در برتری یا تقارن نیمکره‌های مغزی در افراد مبتلا به لکنت رشدی مطرح شده است. بدین معنی که در این افراد نیمکره‌ی راست در برابر نیمکره‌ی چپ در فعالیت‌های زبانی برتری دارد. به همین سبب فرضیه ناتقارنی معکوس نیمکره‌های مغزی را می‌توان مطرح نمود. هدف این مطالعه بررسی وضعیت برتری نیمکره‌های نواحی مختلف مغزی می‌باشد. بدین منظور ثبت‌های به دست آمده از الکتروانسفالوگرافی کمی (Quantitative Electroencephalography) افراد مبتلا به لکنت رشدی، با پایگاه داده‌ای هنجاری نوروگاید (Neuroguide Normative Database) مورد مقایسه قرار

جدول ۲: توزیع فراوانی بر حسب سن

کل	سن		
	۱۹-۲۴	۱۳-۱۸	۷-۱۲
۱۳	۶	۱	۶

ابزارهای پژوهش: ابزارهایی که در این تحقیق جهت گردآوری اطلاعات مورد استفاده قرار گرفتند، عبارتند از:

۱- چک لیست مصاحبه بالینی برای تشخیص گذاری افراد مبتلا به لکنت رشدی طبق ملاک‌های تشخیصی DSM-5 تحت عنوان اختلال روانی گفتار در دوران کودکی (Childhood-Onset Fluency Disorder) (۱) استفاده گردید.

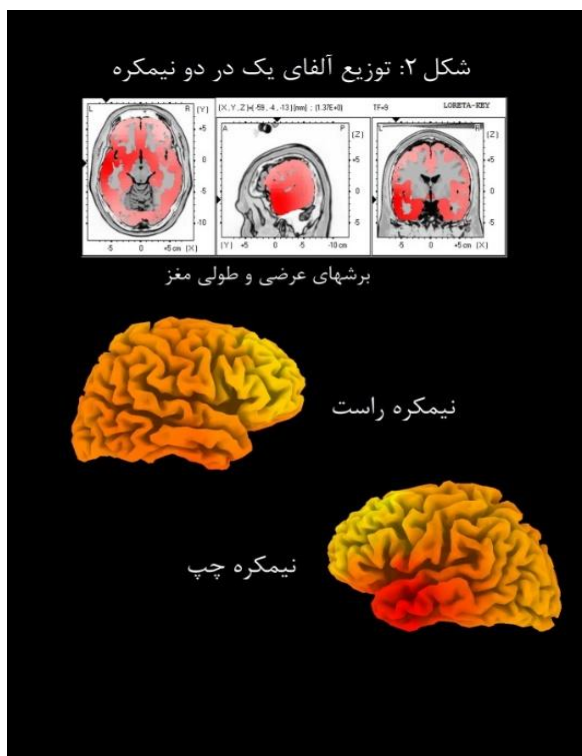
۲- پرسشنامه‌ی دموگرافیک جهت ثبت اطلاعات مورد نیاز مرتبط با تحقیق که شامل آیت‌های سن، راست برتری دست، بیماری‌ها، دو زبانی و ... می‌باشد.

۳- دستگاه الکترو انسفالوگرافی کمی QEEG: برای ثبت امواج مغزی گروه مورد در این تحقیق از دستگاه آپلسی فایر ۱۹ کانال Mitsar استفاده شد که طی آن امواج ثبت شده مغزی به عدد و اعداد نیز به نوبه خود به تصاویر و نمودارها تبدیل می‌گردند. این فرایندها با استفاده از نرم افزارهای Neuroguide و نرم‌افزار LORETA برای ثبت داده‌های خام و تبدیل به داده‌های استاندارد و تجزیه و تحلیل نهایی آن‌ها انجام می‌پذیرد.

روش اجرا: در این مطالعه، پس از تصویب طرح تحقیقاتی توسط شورای پژوهشی دانشگاه آزاد واحد زنجان و کسب مجوز اخلاقی، با مراجعه حضوری به کلینیک‌های گفتار درمانی هماهنگی‌های لازم جهت جمع‌آوری نمونه‌های تحقیق انجام گردید. نمونه‌های معرفی شده با استناد به ملاک‌های تشخیصی DSM-5 جهت محرز شدن اختلال لکنت توسط گفتار درمانگر انتخاب شدند که نهایتاً با اعمال معیارهای ورود و خروج (جدول یک) ۱۳ نفر ۷ تا ۲۳ سال مبتلا به لکنت

رشدی انتخاب شدند. در مرحله‌ی بعد، از نمونه‌های انتخاب شده و والدین آن‌ها برای شرکت در جلسه توجیهی جهت تبیین اهداف و اخذ موافقت کتبی در راستای رعایت اصول اخلاقی دعوت به عمل آمد. پس از آن هماهنگی‌های لازم با مراجعان جهت انجام تست آنسفالوگرافی کمی (QEEG) و دستیابی به اطلاعات مورد نظر در حالت استراحت (چشم باز و چشم بسته) انجام شد. بعد از اتمام انجام تست‌های QEEG، ثبت‌های به‌دست آمده برای انجام روش‌های آماری از طریق نرم‌افزار Neuroguide تبدیل به داده‌های کمی شدند. داده هر یک از کانال‌های ۱۹ گانه هر فرد با هنجار سنی خود مقایسه شده و نمره Z محاسبه گردید. بدین معنی که هر فرد با داده‌های ثبت شده چندین هزار نفر در پایگاه داده‌ای Neuroguide مقایسه شده و جایگاه هر فرد با نمره Z مشخص می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر توان موج بتای پسر ۷ ساله‌ای در ناحیه فرونتال جانبی (F3) ۲۵ میکرو ولت باشد، و میانگین پسران ۷ ساله ۱۸ میکروولت و انحراف استاندارد ۳ میکروولت باشد، نمره Z وی معادل ۲/۵ خواهد شد (مطابق با قراردادهای مطرح در آمار زیستی و روان سنجی، نمره Z بالاتر از  $\pm 2$  پاتولوژیک محسوب می‌گردد). سپس میانگین نمره Z گروه مورد از طریق نرم‌افزار LORETA با گروه هنجار (گروه شاهد) مقایسه گردید. LORETA مخفف (Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography) مغز نگاری الکترومغناطیسی با رزونانس پایین) می‌باشد. در این شیوه تراکم فعالیت الکتریکی در مناطق مختلف مغزی تعیین می‌شود و این میزان تراکم با گروه‌های سنی مربوطه مقایسه شده و نمره Z هر فرد محاسبه می‌شود. در نرم‌افزار LORETA استخراج نمرات گروهی نیز میسر می‌باشد. بدین ترتیب که در نهایت این نرم افزار میانگین نمره Z را در مقایسه با هنجار پایگاه داده محاسبه می‌کند و آن را در شکل سه بعدی مغز نمایش می‌دهد. اگر نمره فرد یا گروه ۲ انحراف معیار بالاتر یا ۲ انحراف معیار پایین‌تر از گروه باشد،

می‌باشد. تحلیل دقیق‌تر با استفاده از تصویر برش‌های عرضی و طولی در شکل یک نمایش داده شده است. بیشترین تمرکز در لوب پیشانی مربوط به شکنج کمربندی قدامی می‌باشد. این یافته نشان می‌دهد موج دلتا در دو نیمکره نامتقارن می‌باشد. یعنی نیمکره چپ در مقایسه با نیمکره راست بیشترین تمرکز موج دلتا را دارا می‌باشد.



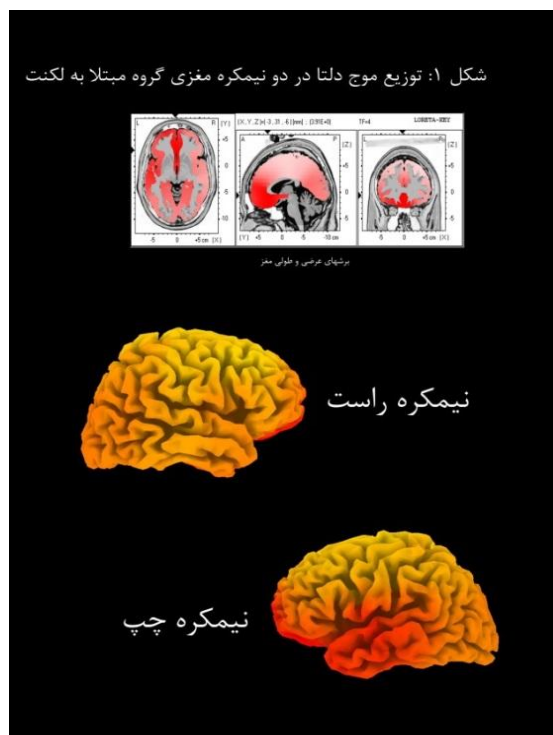
شکل ۲: دامنه موج آلفا یک (۱۰-۸ هرتز) در درلوب گیجگاهی چپ - شکنج میانی - بیشترین میزان را دارا می‌باشد.

شکنج کمربندی (لوب لیمبیک) می‌باشد. همان طور که در برش عرضی دیده می‌شود این موج در شکنج پیشانی میانی و در شکنج گیجگاهی فوقانی نیمکره چپ بیشترین تمرکز را دارد.

پاتولوژیک محسوب شده و رنگ منطقه‌ی مغزی نمایش داده شده برای نمره Z بالاتر قرمز و در صورت نمره Z پایین رنگ آبی می‌باشد.

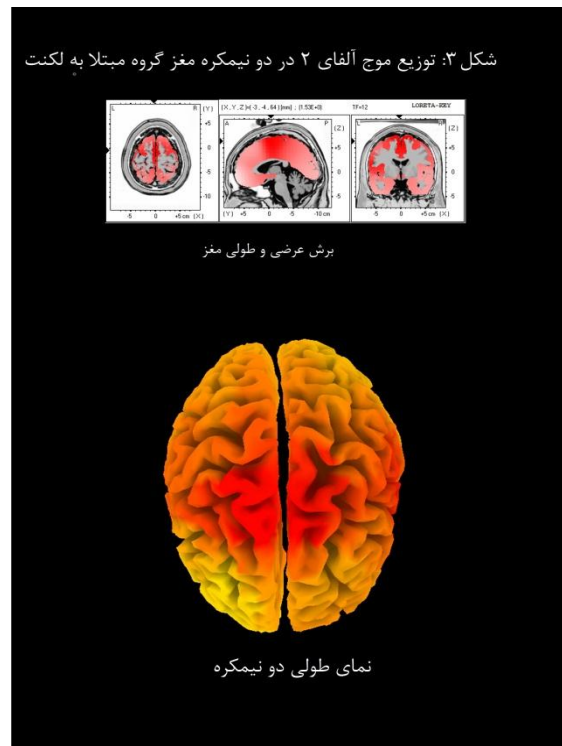
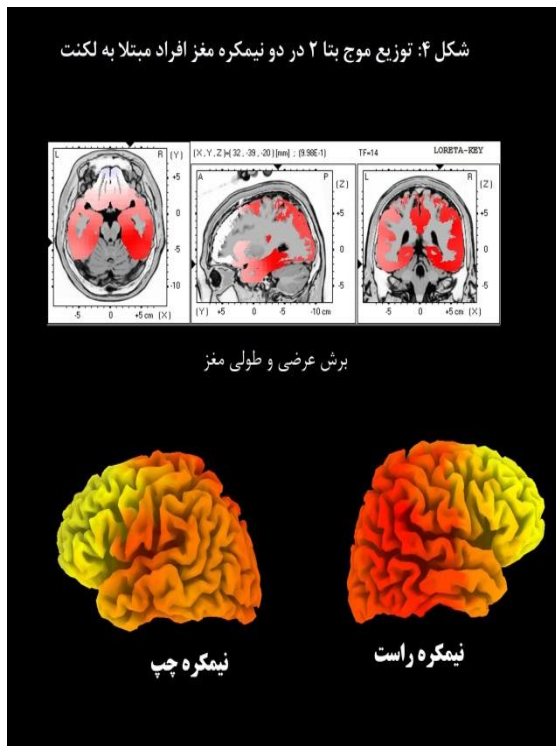
### یافته‌ها

همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود بیشترین تمرکز موج دلتا در نیمکره‌ی چپ و دو لوب پیشانی و گیجگاهی



شکل ۱: بیشترین تمرکز موج دلتا در لوب پیشانی چپ - ناحیه کمربندی قدامی - و گیجگاهی چپ می‌باشد.

همان گونه که شکل ۲ نشان می‌دهد، به صورت کلی دامنه‌ی موج آلفا یک (۱۰-۸ هرتز) در نیمکره چپ و درلوب گیجگاهی بیشترین میزان را دارا می‌باشد و در برش طولی به‌طور اختصاصی این تجمع در شکنج گیجگاهی میانی می‌باشد. شکل ۳ نشان می‌دهد بیشترین تمرکز آلفا ۲ در



شکل ۴: بیشترین تمرکز موج بتا ۲ در نیمکره راست و در لوبهای گیجگاهی و آهیانه‌ای می‌باشد. در لوب گیجگاهی بیشترین تمرکز در شکنج fusiform و در لوب آهیانه‌ای در شکنج آهیانه‌ای تحتانی می‌باشد.

شکل ۳: بیشترین تمرکز آلفا ۲ در شکنج کمربندی (لوب لیمبیک) می‌باشد. همانطور که در برش عرضی دیده می‌شود این موج در شکنج پیشانی میانی و در شکنج گیجگاهی فوقانی نیمکره چپ بیشترین تمرکز را دارد.

می‌دهد که افراد مبتلا به لکنت در نیمکره چپ به‌ویژه لوب‌های پیشانی و گیجگاهی فعالیت کمتری نسبت به نیمکره‌ی راست در همان نواحی دارا می‌باشند. این یافته تایید کننده نظریه‌ی تقارن زبان می‌باشد. بدین معنی که در اکثریت افراد بهنجار لوب‌های پیشانی و گیجگاهی نیمکره چپ به‌ترتیب در تولید و دریافت گفتار دخالت دارند در حالی که دریافته‌های پژوهش حاضر دو ناحیه مذکور در حالت استراحت فعالیت کمتری نسبت به نیمکره مقابل دارند.

همان طوری که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود. بیشترین تمرکز موج بتا ۲ در نیمکره راست و در لوب‌های گیجگاهی و آهیانه‌ای می‌باشد. در لوب گیجگاهی بیشترین تمرکز در شکنج fusiform و در لوب آهیانه‌ای در شکنج آهیانه‌ای تحتانی می‌باشد.

شکل ۵ نشان می‌دهد موج بتا ۳ در لوب پیشانی نیمکره چپ به‌ویژه در شکنج پیشانی میانی کمترین میزان و در شکنج کمربندی هر دو نیمکره بیشترین میزان را دارا می‌باشد. به‌طور کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان

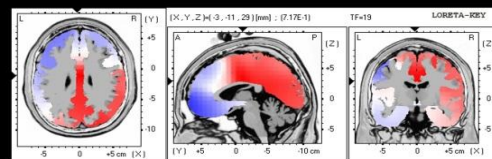
منطقه حرکتی گفتار (بروکا) در آن واقع است، بیشترین تمرکز موج دلتا را دارا می‌باشد. یافته‌ی دوم پژوهش حاضر این بود که موج آلفا یک در شکنج گیجگاهی میانی چپ بیشترین تمرکز را دارد. این یافته با برخی مطالعات (۲۰) که کاهش موج آلفا در نیمکره‌ی چپ و در لوب گیجگاهی را نشان می‌دهد، تناقض دارد. ولی یافته‌ی ما با نظریه‌ی نقص تقارن لوب گیجگاهی که منطقه‌ی پردازش شنیداری (ورنیکه) در آن واقع است، همسو می‌باشد که بدین لحاظ با یافته برخی پژوهش‌های دیگر (۲۵) در زمینه‌ی نقص پردازش شنیداری همسویی دارد.

یافته‌ی دیگر پژوهش حاضر این بود که بیشترین تمرکز موج آلفا ۲ در نیمکره‌ی چپ و در شکنج پیشانی میانی و گیجگاهی فوقانی می‌باشد. این یافته با مطالعه‌ای (۲۱) که کاهش موج آلفا در نیمکره راست و لوب پیشانی را نشان می‌دهد همخوانی دارد. این یافته مثل یافته اول پژوهش (تمرکز بیشتر موج دلتا در لوب فرونتال چپ) همسو با تبیین نقص حرکتی گفتار (۲۶ و ۱۶ و ۱۳ و ۹) حاصله از ناتقارنی معکوس همسویی دارد.

یافته‌ی چهارم دلالت بر این داشت که بیشترین تمرکز موج بتا ۲ در لوب‌های گیجگاهی و آهیانه‌ای راست می‌باشد. در زمینه موج بتا هیچگونه کار تحقیقاتی که بتوان نتایج آن را با این یافته مورد مقایسه قرار داد یافت نشد. در این یافته با توجه به بالا بودن موج بتا در نیمکره‌ی راست و لوب گیجگاهی که نشان دهنده‌ی فعالیت زیاد آن نیمکره می‌باشد، با یافته‌های تصویر سازی کارکردی مبنی بر فعال بودن نیمکره راست (ناتقارنی معکوس) در افراد مبتلا به لکنت هماهنگ می‌باشد (۱۶ و ۱۳ و ۹ و ۶). به عبارت دیگر شاید بتوان گفت لکنت رشد غیرطبیعی نواحی نیمکره چپ همراه با عملکرد جبرانی نیمکره راست می‌باشد (۶).

آخرین دستاورد مطالعه‌ی حاضر این بود که موج بتا ۳ در نیمکره‌ی چپ و در لوب پیشانی کمترین میزان و در شکنج

شکل ۵: توزیع بتا ۳ در دو نیمکره مغزی افراد مبتلا به لکنت



برش عرضی و طولی مغز



نمای طولی مغز

شکل ۵: موج بتا ۳ در لوب پیشانی نیمکره چپ بویژه در شکنج پیشانی میانی کمترین میزان و در شکنج کمرندی هر دو نیمکره بیشترین میزان را دارا می‌باشد.

## بحث

اولین یافته‌ی مطالعه حاضر این بود که بیشترین تمرکز موج دلتا در نیمکره چپ و در لوب‌های پیشانی و گیجگاهی می‌باشد. با توجه به اهمیت کارکردی موج دلتا که به شکل بازداری مناطق مغزی مطرح می‌باشد (۲۱)، می‌توان نتیجه گرفت که نیمکره‌ی چپ در افراد مبتلا به لکنت، نسبت به افراد بهنجار بازداری بیشتری دارد و موج دلتا در دو نیمکره نامتقارن می‌باشد. یعنی نیمکره‌ی چپ در مقایسه با نیمکره راست بیشترین تمرکز موج دلتا را دارا می‌باشد. این یافته با مطالعاتی (۲۴-۲۱) که کاهش امواج دلتا را در نواحی پیشانی نیمکره‌ی راست نشان می‌دهد، همخوانی دارد. لوب پیشانی که

(اغلب به شکل برتری دو سویه و یا برتری نیمکره‌ی راست) در پردازش و تولید گفتار می‌باشد. یعنی از نظر او سبب شناسی این اختلال ناتقارنی غیر معمول می‌باشد. مجموعه این یافته‌ها با پیشنهاد ساسمن و مک نیلاگ (۲۸) نیز همخوانی دارد که معتقدند لکنت رشد پاتولوژیک نواحی نیمکره‌ی چپ همراه با عملکرد جبرانی نیمکره‌ی راست می‌باشد.

### نتیجه گیری

نظریه تقارن معکوس نیمکره‌ی راست مغز در افراد مبتلا به لکنت بیشترین شواهد را دریافت کرد.

### References

- 1- Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition: American Psychiatric Association; 2013.
- 2- Van Borsel J, Taillieu C. Neurogenic stuttering versus developmental stuttering: An observer judgement study. *J Communicat Disorder*. 2001; 34: 385-95.
- 3- Craig A, Tran Y. The epidemiology of stuttering: The need for reliable estimates of prevalence and anxiety levels over the lifespan. *Advance Speech Lang Pathol*. 2005; 7: 41-6.
- 4- Neef NE, Anwander A, Friederici AD. The neurobiological grounding of persistent stuttering: from structure to function. *Curr Neurol Neurosci Report*. 2015; 15: 63.
- 5- Jäncke L, Hänggi J, Steinmetz H. Morphological brain differences between adult stutterers and non-stutterers. *BMC Neurology*. 2004; 4: 23-30.

کمربندی هر دو نیمکره بیشترین میزان را دارد. با توجه به موارد ذکر شده در یافته قبل برای موج بتا ۳ نیز به هیچ کار تحقیقاتی استناد نشد. این یافته نیز دلالت بر ناتقارنی معکوس می‌باشد.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر با تئوری لکنت که بازداری نیمکره چپ (نارسایی تقارن نیمکره چپ) را مطرح می‌کند، هماهنگ می‌باشد. تراویس (۲۷) شکست در ایجاد نیمکره‌ی غالب زبانی و گفتاری (اغلب نیمکره چپ) را با مشکلاتی در گفتار، زبان، خواندن و نوشتن مرتبط می‌داند. او بیان کرد که لکنت پیامد برتری جانبی (ناتقارنی) پاتولوژیک

- 6- Preibisch C, Neumann K, Raab P, et al. Evidence for compensation for stuttering by the right frontal operculum. *Neuro Image*. 2003; 20: 1356-64.
- 7- Preibisch C, Raab P, Neumann K, et al. Event-related fMRI for the suppression of speech-associated artifacts in stuttering. *Neuro Image*. 2003;19: 1076-84.
- 8- Riecker A, Ackermann H, Wildgruber D, Dogil G, Grodd W. Opposite hemispheric lateralization effects during speaking and singing at motor cortex, insula and cerebellum. *Neuro Report*. 2000; 11: 1997-2000.
- 9- Braun AR, Varga M, Stager S, et al. Altered patterns of cerebral activity during speech and language production in developmental stuttering. An H2 150 positron emission tomography study. *Brain*. 1997; 120: 761-84.
- 10- De Nil LF, Kroll RM, Houle S. Functional neuroimaging of cerebellar

activation during single word reading and verb generation in stuttering and nonstuttering adults. *Neuro Sci Lett.* 2001; 302: 77-80.

11- De Nil LF, Kroll RM, Kapur S, Houle S. A positron emission tomography study of silent and oral single word reading in stuttering and nonstuttering adults. *J Speech lang Res.* 2000; 43: 1038-53.

12- Foundas AL, Bollich AM, Corey DM, Hurley M, Heilman KM. Anomalous anatomy of speech-language areas in adults with persistent developmental stuttering. *Neurology.* 2001; 57: 207-15.

13- Fox PT, Ingham RJ, Ingham JC, et al. A PET study of the neural systems of stuttering. *Nature.* 1996; 382: 158-62.

14- Ingham RJ, Fox PT, Costello Ingham J, Zamarripa F. Is overt stuttered speech a prerequisite for the neural activations associated with chronic developmental stuttering? *Brain Lang.* 2000; 75: 163-94.

15- Salmelin R, Schnitzler A, Schmitz F, Jncke L, Witte OW, Freund HJ. Functional organization of the auditory cortex is different in stutterers and fluent speakers. *Neuro Report.* 1998; 9: 2225-9.

16- Fox PT, Ingham RJ, Ingham JC, Zamarripa F, Xiong JH, Lancaster JL. Brain correlates of stuttering and syllable production: A PET performance-correlation analysis. *Brain.* 2000; 123: 1985-2004.

17- Fitch JL, Batson EA. Hemispheric asymmetry of alpha wave suppression in stutterers and

nonstutterers. *J Fluent Disorder.* 1989; 14: 47-55.

18- Moore Jr WH. Hemispheric alpha asymmetries of stutterers and nonstutterers for the recall and recognition of words and connected reading passages: Some relationships to severity of stuttering. *J Fluent Disorder.* 1986; 11: 71-89.

19- Wells BG, Moore Jr WH. EEG alpha asymmetries in stutterers and non-stutterers: Effects of linguistic variables on hemispheric processing and fluency. *Neuropsychologia.* 1990; 28: 1295-305.

20- Moore Jr WH, Lorendo LC. Hemispheric alpha asymmetries of stuttering males and nonstuttering males and females for words of high and low imagery. *J Fluent Disorder.* 1980; 5: 11-26.

21- Özge A, Toros F, Çömelekolu Ü. The role of hemispherical asymmetry and regional activity of quantitative EEG in children with stuttering. *Child Psychiat Human Develop.* 2004; 34: 269-80.

22- Khedr E, Abd El-Nasser W, Abdel Haleem EK, Salama Bakr M, Trakhan MN. Evoked potentials and electroencephalography in stuttering. *Folia Phoniatica et Logopaedica.* 2000; 52: 178-86.

23- Tran Y, Craig A, Boord P, Craig D. Using independent component analysis to remove artifact from electroencephalographic measured during stuttered speech. *Med Biol Engin Comput.* 2004; 42: 627-33.

24- Weber-Fox C, Spencer RMC, Spruill Iii JE, Smith A. Phonologic processing in adults who



stutter: Electrophysiological and behavioral evidence. *J Speech Lang Hear Res.* 2004; 47: 1244-58.

25- Hampton A, Weber-Fox C. Non-linguistic auditory processing in stuttering: Evidence from behavior and event-related brain potentials. *J Fluent Disorder.* 2008; 33: 253-73.

26- Ingham RJ. Brain imaging studies of developmental stuttering. *J Communicate Disorder.* 2001; 34: 493-516.

27- Travis LE. The cerebral dominance theory of stuttering: *J Speech Hear Disorder.* 1978; 43: 278-81.

28- Sussman HM, MacNeilage PF. Studies of hemispheric specialization for speech production. *Brain Lang.* 1975; 2: 131-51.

## Evaluation of Hemispheric Asymmetry by Quantitative Analysis of Resting Electroencephalography in Children with Developmental Stuttering

Bahramian E<sup>1</sup>, Rezaei M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Psychology, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran

<sup>2</sup>Dept. of Clinical Psychology, Shahid Beheshti Hospital, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

**Corresponding Author:** Rezaei M, Dept. of Clinical Psychology, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

**Received:** 8 Jun 2016 **Accepted:** 21 Nov 2016

**Background and Objective:** In recent years, numerous studies have suggested dysfunction in brain symmetry as the reason behind developmental stuttering. The purpose of this study was to validate the theory of reversed right hemisphere asymmetry in developmental stutters by quantified EEG.

**Materials and Methods:** 13 Subjects with developmental stuttering, 7 to 23 years old were studied using QEEG recordings. The results were compared with Neuroguide and LORETA databases.

**Results:** We observed the following results: 1-the highest concentration of delta waves were seen in the left frontal and left temporal lobes. 2- the highest concentration of alpha 1 waves were seen in the left hemisphere, especially the temporal lobe. 3- the highest concentration of alpha 2 waves were seen in the left hemisphere, the middle frontal and superior temporal gyri. 4- the highest concentration of beta waves were seen in the right hemisphere and temporal and parietal lobes. 5- beta 3 was seen in low concentration in the left hemisphere and left frontal lobe, whereas a high concentration was found in the left and right cingulate gyri.

**Conclusion:** Based on the results of this study, the theory of reversed right hemisphere asymmetry in developmental stutters received the most confirmation.

**Key words:** *Developmental stuttering, Quantified EEG (QEEG), Hemispheric Asymmetry*