



مقایسه‌ی برتری جانبی مغز کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی با کودکان عادی

دکتر سیدبهنام‌الدین جامعی*، مرضیه کیانی**، دکتر محمدتقی جغتایی***،
شادرخ سیروس****، مژگان حدادیان****

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر مقایسه‌ی برخی عوامل کارکردی نشان‌دهنده‌ی برتری جانبی مغز در دو گروه کودکان سالم و عقب‌مانده‌ی ذهنی با سن عقلی یکسان بوده است.

روش: با بهره‌گیری از جدول ارزیابی رشد عصبی - مغزی دلاکاتو، عوامل کارکردی نشان‌دهنده‌ی برتری جانبی، شامل برتری جانبی بینایی، شنوایی، حرکات دست و حرکات پا در دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. آزمودنی‌های پژوهش را ۳۰ نفر کودک عقب‌مانده‌ی ذهنی مشغول به آموزش در ۳ مرکز آموزش و پرورش کودکان استثنایی شهرستان سبزوار با سن عقلی ۶۰-۷۲ ماه و ۶۰ کودک عادی دوره‌ی آمادگی هشت مهدکودک وابسته به بهزیستی این شهرستان با سن عقلی یکسان، تشکیل دادند. تحلیل داده‌ها به کمک روش‌های آمار توصیفی، آزمون آماری خی‌دو و آزمون دقیق فیشر انجام شد.

یافته‌ها: این بررسی تفاوت معنی‌داری در عوامل نشان‌دهنده‌ی برتری جانبی کارکردی مغز میان دو گروه کودکان یادشده نشان داد.

نتیجه: برتری جانبی کارکردی مغز در کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی و کودکان عادی دارای روند متفاوتی می‌باشد.

- :

* دکترای تخصصی آناتومی، استادیار گروه آناتومی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران. تهران، بزرگراه همت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، واحد علوم اعصاب، گروه آناتومی و مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، صندوق پستی ۱۴۱۵۵/ ۶۱۸۳ (نویسنده مسئول).
E-mail: melika2@iums.ac.ir

** کارشناس ارشد کاردرمانی، مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی.

*** دکترای تخصصی آناتومی، دانشیار گروه آناتومی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، بزرگراه همت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، واحد علوم اعصاب، گروه آناتومی و مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، صندوق پستی ۱۴۱۵۵/ ۶۱۸۳.

**** کارشناس ارشد آمار و علوم زیستی. مربی دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی. تهران، اوین، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی.

**** کارشناس ارشد کاردرمانی، مربی گروه کاردرمانی دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی. تهران، اوین، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی.

بررسی "بازتاب‌چنگ‌زدن"^{۱۴} در دست راست و چپ ۱۲۱ نوزاد دختر و پسر در روز دوم پس از تولد نشان داد که توانایی این بازتاب در دست راست به‌صورت معنی‌داری بیش از دست چپ بوده است. از دیدگاه این پژوهشگران برتری جانبی در توانایی بازتاب یادشده، پایه‌ای برای تثبیت برتری دست راست در بزرگسالی است (تان^{۱۵}، اورس^{۱۶}، کورکوگلو^{۱۷} و کوتلو^{۱۸}، ۱۹۹۲a). بررسی‌های دیگری برتری جانبی بازتاب یادشده را در نوزادان دختر مشخص‌تر از نوزادان پسر گزارش کرده‌اند. بنابراین به نظر می‌رسد که نیمکره‌ی چپ اهمیت بیشتری در ایجاد برتری جانبی دارد (تان و همکاران، ۱۹۹۲b). بررسی ارتباط میان نیمکره‌ی برتر زبان و عدم تقارن وضعیتی^{۱۹} نشان داده است که برتری جانبی زبان افزون بر ارتباط با مهارت‌های دستی با عدم تقارن وضعیتی رابطه‌ی نزدیک دارد (دی^{۲۰} و مک‌نیلج^{۲۱}، ۱۹۹۶). رشد و تکامل عدم تقارن کارکردی مغز^{۲۲} در دوره‌ی کودکی با بهره‌گیری از PET نیز مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی نشان داد که در سن ۱ تا ۳ سالگی برتری نیمکره‌ی راست بیشتر بوده و پس از سه سالگی طرف مقابل برتری می‌یابد. از دیدگاه این پژوهشگران، نیمکره‌ی راست انسان از نظر کارکردی زودتر از نیمکره‌ی چپ رشد می‌کند (چیرون^{۲۳} و همکاران، ۱۹۹۷). تزوریو^{۲۴}، کری‌ولو^{۲۵}، ملت^{۲۶} و نکانگا^{۲۷} (۱۹۹۸) برتری جانبی گوش را هنگام گوش کردن به داستان با بهره‌گیری از PET مورد بررسی قرار دادند و

تاریخچه نخستین بررسی تفاوت میان کارکرد دو نیمکره‌ی مغز به سال‌های آغازین سده‌ی نوزدهم برمی‌گردد. در سال ۱۸۳۶ داکس^۱ برای نخستین بار آفازی را تنها در بیمارانی که دچار فلج نیمه راست بدن شده بودند گزارش نمود. پس از او بروکا به روش تشریح پس از مرگ و مقایسه‌ی علایم بالینی، ارتباط چپ دستی و راست دستی و محل ضایعه برای ایجاد آفازی را تشخیص داد (بروکا^۲، ۱۸۶۳، به نقل از جوینت^۳، ۱۹۶۴). تا سال‌های پایانی سده‌ی نوزدهم و آغاز سده‌ی بیستم علی‌رغم پی‌بردن به تفاوت عملکردی دو نیمکره، تقریباً همه‌ی کارکردهای مغز به نیمکره‌ی چپ نسبت داده می‌شد و نیمکره‌ی راست کمتر مورد توجه قرار داشت. بررسی‌های انجام شده با از میان بردن رابطه‌های میان دو نیمکره در جانوران آزمایشگاهی و در بیماران مبتلا به تشنج نیز دلایلی بر برتری جانبی نیمکره‌های مغز ارائه نمودند. افزون بر این، اطلاعات به‌دست آمده از تاقیستوسکوپ^۴ نشان می‌دهد که پردازش اطلاعات در دو نیمکره‌ی مغز متفاوت است. بهره‌گیری از روش‌های دیگر مانند پتانسیل‌های فراخوانده، ثبت امواج الکتریکی مغزی، PET^۵، تست وادا^۶، fMRI^۷، آموزش شنود دو گوش و روش‌های بررسی رفتاری نیز اطلاعات بسیاری را در رابطه با کارکرد متفاوت نیمکره‌های مغز به‌دست داده‌اند، تا آن‌جا که در حال حاضر می‌توان گفت دو نیمکره‌ی مغز سبک‌های کارکردی و شناختی متفاوتی دارند (آلن^۸، ۱۹۸۹؛ گادیان^۹ و همکاران، ۱۹۹۶؛ هرتز^{۱۰} و همکاران، ۱۹۹۶؛ کلی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۲).

علی‌رغم یافته‌های یادشده، در مورد سازوکارهای برتری جانبی، زمان آغاز و تثبیت آن، و عوامل نشان‌دهنده‌ی برتری جانبی نیمکره‌ها اتفاق نظر وجود ندارد. آزمایش‌های انجام‌شده بر روی گروه‌های آسیب‌دیده‌ی مغزی نشان داده‌اند که برتری جانبی تا دو سالگی پدید نمی‌آید (باسر^{۱۲}، ۱۹۶۲). برخی نیز براین باورند که برتری جانبی در هنگام فراگیری زبان آغاز می‌شود اما تا سن بلوغ کامل نمی‌گردد (لنه‌برگ^{۱۳}، ۱۹۶۹).

- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| 1- Dax | 2- Broca |
| 3- Joynt | 4- tachistoscope |
| 5- Positron Emission Tomography | |
| 6- Wada | 7- functional MRI |
| 8- Allen | 9- Gadian |
| 10- Hertz | 11- Kelly |
| 12- Basser | 13- Lenneberg |
| 14- grasp reflex | 15- Tan |
| 16- Ors | 17- Kurkcuoglu |
| 18- Kutlu | 19- postural |
| 20- Day | 21- Macneilage |
| 22- functional brain asymmetry | |
| 23- Chiron | 24- Tzourio |
| 25- Crivello | 26- Mellet |
| 27- Nkanga | |

روزستین^۳ و بیگلر^۴، ۱۹۸۹). بررسی ارتباط میان اختصاصی شدن نیمکره‌ای مغز با زبان و اختلال‌های هوشی نشان داد در افرادی که دارای نارسایی‌های هوشی هستند، اختصاصی شدن غیرعادی نیمکره‌ای رخ می‌دهد (پاکوئت^۵، توسونیک^۶، لاسوند^۷ و پرتز^۸، ۱۹۹۶). از آن‌جا که در بازمینی بررسی‌های انجام شده، پژوهشی پیرامون پدیده‌ی برتری جانبی نیمکره‌ها در کودکان عقب مانده‌ی ذهنی در کشور ما دیده نشد، در بررسی حاضر روش رفتاری ارزیابی برتری جانبی نیمکره‌ها برای مقایسه‌ی کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی و کودکان سالم به کار برده شد.

بررسی حاضر بر روی کودکان سالم و عقب‌مانده‌ی ذهنی با سن عقلی یکسان شهرستان سبزوار به روش توصیفی-مقطعی مقایسه‌ای انجام گرفت. آزمودنی‌های پژوهش ۳۰ نفر کودک عقب مانده‌ی ذهنی مشغول به آموزش در ۳ مرکز آموزش و پرورش استثنایی سبزوار با سن عقلی بین ۶۰ تا ۷۲ ماه و ۶۰ کودک عادی دوره‌ی آمادگی مهدکودک‌های تابعه‌ی بهزیستی با سن تقویمی مشابه بودند. کودکان عقب مانده‌ی ذهنی به روش در دسترس و کودکان عادی به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. برای انتخاب آزمودنی‌های پژوهش نخست با مراجعه به مراکز آموزش و پرورش استثنایی، کودکانی که سن تقویمی آنها تا ده سال و شش ماه بود انتخاب شدند. سپس با بهره‌گیری از آزمون هوشی ریون رنگی، بهره‌ی هوشی و سن عقلی آنان مورد بررسی قرار گرفت و کودکان دارای معیارهای انتخابی پژوهش، انتخاب شدند. در میان کودکان عقب‌مانده‌ی

دریافتند که در رابطه با زبان و کارکردهای شناختی مانند فرایند درک بینایی فضایی یک برتری دوسویه وجود دارد. با بهره‌گیری از fMRI برتری جانبی مدارهای حرکتی قشر مغز برای حرکت‌های انگشتان در افراد سالم مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی نشان داد که سازمان‌بندی کارکردی بخش‌های حرکتی، در افراد راست دست و چپ دست متفاوت می‌باشد. به باور این پژوهشگران نبود تقارن نیمکره‌ای در بخش‌های حرکتی، بر روند بهبودی و توانبخشی ضایعه‌های دستگاه عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد (سولودکین^۱، هلوستیک^۲، نول^۳ و اسمال^۴، ۲۰۰۱). در بررسی دیگری به کمک فن وادا و fMRI برتری جانبی در رابطه با مهارت‌های بیانی در ۱۷ کودک سالم بررسی گردیده و برتری جانبی چپ را در آنان گزارش نموده‌اند. به باور این پژوهشگران با افزایش سن الگوی برتری جانبی در مورد مهارت‌های کلامی حفظ می‌شود، اما شدت برتری جانبی افزایش می‌یابد (هلند^۵ و همکاران، ۲۰۰۱).

در مورد چگونگی و روند ایجاد و تثبیت برتری جانبی در کودکان عقب مانده ذهنی بررسی‌های کمتری انجام شده است. در پژوهشی که بر روی این گروه از کودکان انجام شده، با بهره‌گیری از روش شنود دو گوش، اختصاصی شدن نیمکره‌ای مغز را در این کودکان بررسی و با کودکان سالم مقایسه نموده و دریافته‌اند که برتری گوش راست در کودکان عقب‌مانده ذهنی کمتر از گروه عادی بوده است (پایپ^۶ و بیل^۷، ۱۹۸۳). گروهی از پژوهشگران، شیوه‌ی نوینی را برای ارزیابی میدان بینایی، جهت بررسی اختصاصی شدن نیمکره‌ای مغز در کودکان و نوجوانان عقب‌مانده‌ی ذهنی که نارسایی گفتاری دارند، به کار بردند. آنان تفاوت‌های معنی‌داری را در مقایسه میان این گروه از کودکان با کودکان سالم با بهره‌گیری از این شیوه گزارش کردند (اسمیت^۸، کش^۹، بار^{۱۰} و پوتنی^{۱۱}، ۱۹۸۹). در پژوهش دیگری، ارتباط میان برتری دستی و زبان در ۲۳۸ کودک عقب‌مانده‌ی ذهنی بررسی گردید، و مشاهده شد که در افراد چپ دست نارسایی‌های گفتاری شیوع بیشتری دارد (لوکاس^{۱۲}،

- | | |
|----------------|-------------|
| 1- Solodkin | 2- Hlustik |
| 3- Noll | 4- Small |
| 5- Holand | 6- Pipe |
| 7- Beale | 8- Smith |
| 9- Cash | 10- Barr |
| 11- Putney | 12- Lucas |
| 13- Rosenstein | 14- Bigler |
| 15- Paquette | 16- Tosonic |
| 17- Lassonde | 18- Peretz |

ذهنی، کودکانی که دارای مشکلات بدنی مشخص شامل فلج مغزی، ناهنجاری های حرکتی در اندام ها، مشکلات بینایی، شنوایی یا گفتاری بودند، و هم چنین کودکانی که سن تقویمی آنها بیشتر از ده سال و شش ماه بود و یا برپایه ای آزمون هوشی ریون رنگی، سن عقلی آنها کمتر از ۶۰ ماه یا بیش از ۷۲ ماه بود از بررسی حذف شدند. آن گاه با بهره گیری از جدول ارزیابی رشد عصبی-مغزی کودک دلاکاتو^۱ (کرشنر^۲، ۱۹۶۸)، ارزیابی برتری جانبی انجام شد. روایی محتوایی این پرسش نامه به کمک چندتن از استادان، بررسی و تأیید گردید. برای بررسی پایایی آن، نخست بیست کودک در گروه سنی ۶-۵ سال به کمک این پرسش نامه برای حرکات درشت و ظریف پا و دست و حرکات چشم و گوش به طور جداگانه ارزیابی شدند. پس از دو هفته، ارزیابی یادشده برای همان حرکات با روش یکسان تکرار گردید و همبستگی معنی دار میان نمره ای ارزیابی نخستین بار و بار دوم به دست آمد. ضریب همبستگی به دست آمده برای حرکت های درشت پا برابر با ۰/۸۹، برای حرکت های ظریف پا برابر با ۰/۸۵، برای چشم ۰/۸۹، برای گوش ۰/۸۵ و برای حرکات های ظریف و درشت دست برابر با ۱ بود.

ارزیابی اندام های پایینی در حرکت ها: شامل گام نخست در راه رفتن، لی لی کردن، ضربه زدن به توپ، یک پای ایستادن، یک پا پریدن، برچیدن مهره ها و نقاشی با پا؛

ارزیابی اندام های بالایی: شامل مجاله کردن کاغذ، خوردن، مسواک زدن، پرتاب توپ، کوبیدن با چکش، برداشتن اشیای ریز، قیچی کردن و نقاشی؛

ارزیابی بینایی: شامل تعیین چشم نشانه از نزدیک و دور، تعیین چشم کنترل از نزدیک و دور، زاویه ای کاغذ و وضع نوشتن؛

و ارزیابی شنیداری: شامل شنیدن از دور و نزدیک و آهنگ گرایی (مراد از آهنگ گرایی واکنش آزمودنی ها به ریتم آهنگین یکسان با مشخصات آوایی یکنواخت

می باشد که از یک منبع ثابت و در زمان یکسان برای کل آزمودنی ها پخش می گردیده است).

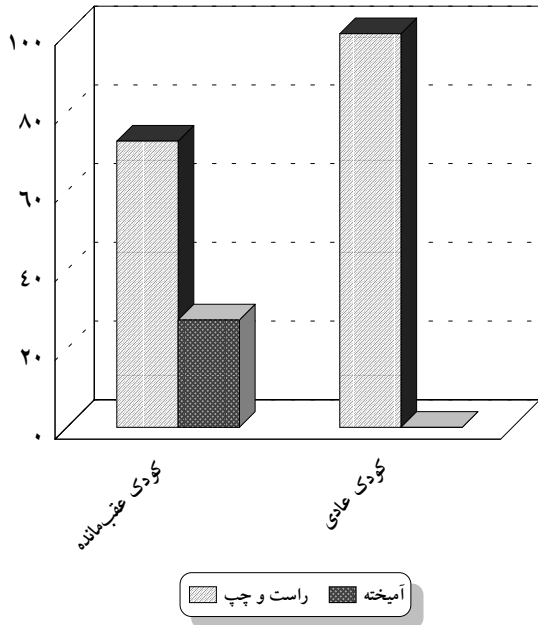
ساعت های ارزیابی برای تمام نمونه ها یکسان بوده و برای هر عامل در سه نوبت و به فاصله ای زمانی دست کم چهار ساعت انجام گرفته است. چنان چه از این سه بار حتی یک بار پاسخ با دست، پا، گوش و یا چشم مخالف ارزیابی پیشین انجام می شده، حالت آمیخته در نظر گرفته می شده است. بنابراین نتایج به صورت برتری راست، برتری چپ و آمیخته یادداشت شد. برای نشان دادن نتایج حرکات به صورت ۱- راست ۲- چپ و ۳- آمیخته، جدول های توصیفی به کار برده شد. دو حالت برای آزمون فرضیه ها در نظر گرفته شد: در حالت اول نتایج حرکات به صورت ۱- راست و چپ و ۲- آمیخته و در حالت دوم به صورت ۱- راست و ۲- چپ با حذف آمیخته ها.

تحلیل داده های پژوهش به کمک روش های آمار توصیفی، آزمون آماری خی دو و آزمون دقیق فیشر انجام شد.

در مورد برتری حرکات درشت دست در حالت اول (نمودار ۱) آزمون خی دو ($p < 0/05$) و در حالت دوم (نمودار ۲) آزمون دقیق فیشر ($p < 0/05$)، تفاوت معنی داری بین دو گروه از نظر برتری دست در حرکات درشت نشان داد. در زمینه ای حرکت های ظریف دست در مجموع ۷ حرکت ظریف در حالت اول آزمون دقیق فیشر تفاوت معنی داری میان دو گروه نشان داد (نمودار ۳)، اما در حالت دوم در دو گروه تفاوت معنی داری دیده نشد.

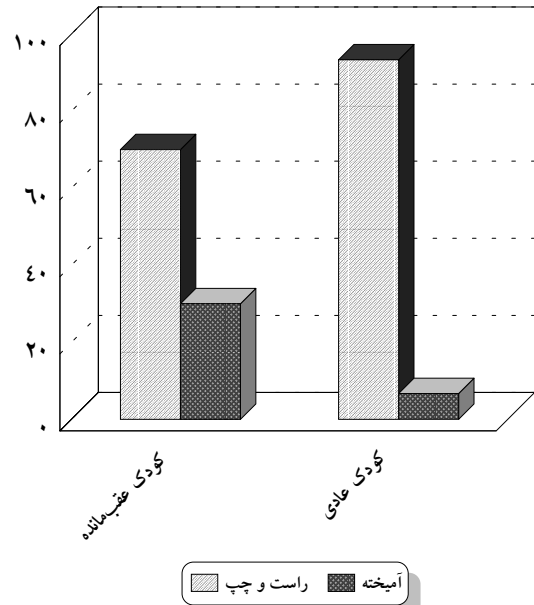
در مورد برتری پا، هشت حرکت درشت و ظریف پا هم در حالت اول و هم در حالت دوم در دو گروه تفاوت معنی دار داشتند. هم چنین آمیختگی و برتری چپ در گروه عقب مانده های ذهنی در آزمون خی دو

نمودار ۳- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری دست در حرکات ظریف در حالت اول

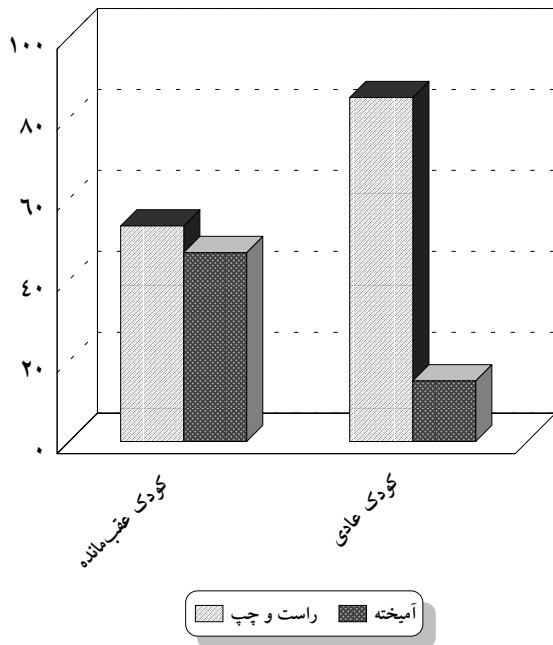


($p < 0.001$) و آزمون دقیق فیشر ($p < 0.05$) در حالت دوم بیشتر است (نمودارهای ۴ و ۵).

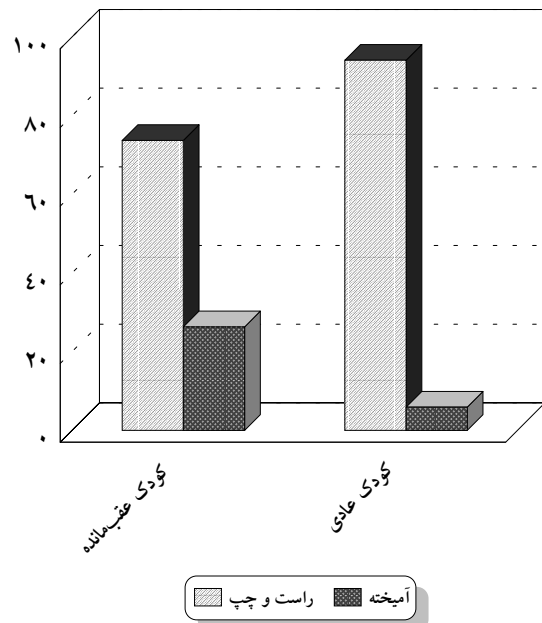
نمودار ۱- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری دست در حرکات درشت در حالت اول



نمودار ۴- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری پا در حالت اول

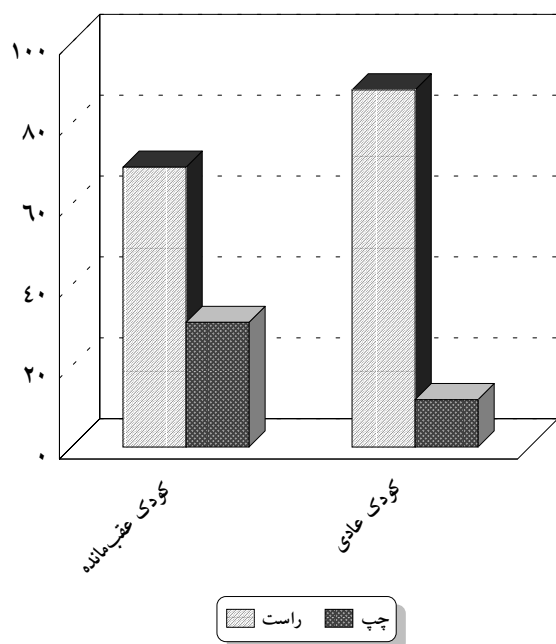


نمودار ۲- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری دست در حرکات درشت در حالت دوم



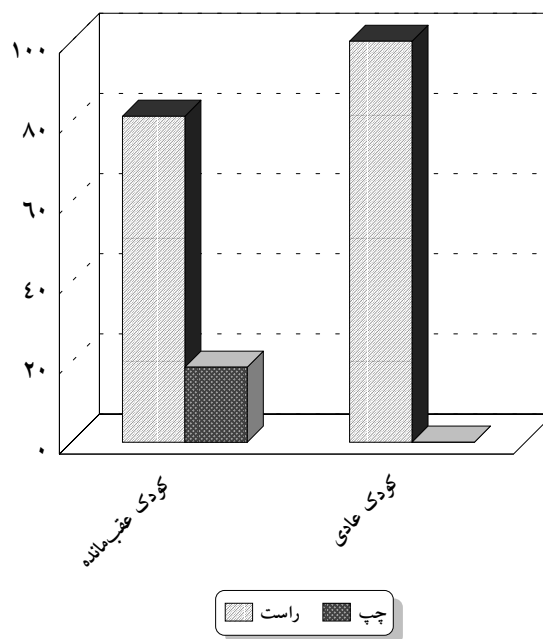
در زمینه‌ی برتری چشم، در دو کارکرد بینایی شامل وضع نوشتن و زاویه‌ی کاغذ هم در حالت اول و هم در حالت دوم در آزمون دقیق فیشر ($p < 0.05$) در حالت اول و آزمون خی دو ($p < 0.05$) در حالت دوم تفاوت معنی‌دار دیده شد، به‌طوری که آمیختگی و

نمودار ۷- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری چشم در حالت دوم



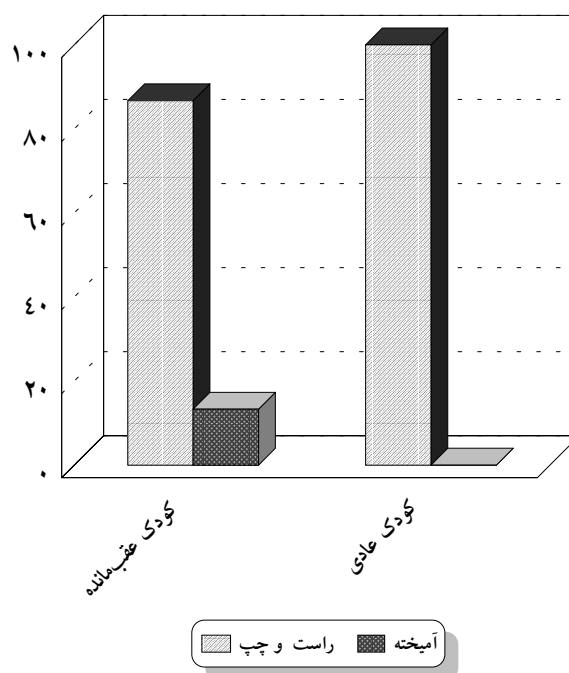
برتری چپ در گروه عقب‌مانده‌ی ذهنی بیشتر بود (نمودارهای ۶ و ۷).

نمودار ۵- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری پا در حالت دوم



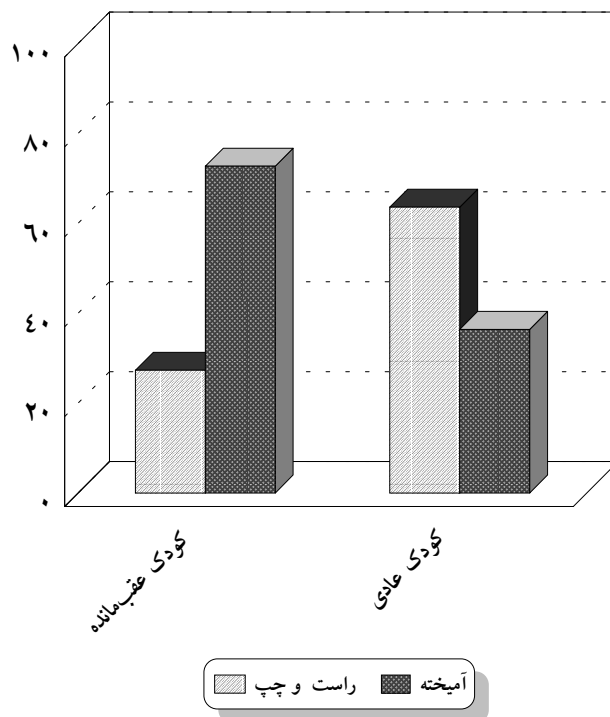
در زمینه‌ی برتری گوش، آزمون خی دو در حالت اول در زمینه عامل آهنگ‌گرایی در دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما از نظر برتری گوش در آهنگ‌گرایی در حالت دوم تفاوت دیده شده معنی‌دار بود. به این ترتیب در سه کارکرد شنوایی تنها در حالت دوم، آزمون خی دو تفاوت معنی‌داری بین برتری راست و برتری چپ نشان داد. در حالت دوم و در پارامتر آهنگ‌گرایی تفاوت دیده شده معنی‌دار بود (نمودارهای ۸ و ۹).

نمودار ۶- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی برحسب برتری چشم در حالت اول



به‌طور کلی این پژوهش نشان داد که تفاوت‌هایی در زمینه‌ی میزان آمیختگی پا، چشم و دست وجود دارد. همچنین تفاوت‌های معنی‌داری در زمینه‌ی برتری راست و یا چپ پا، دست، چشم و گوش دیده شد (نمودارهای ۵ تا ۹). در مجموع گرایش به برتری چپ و آمیختگی، در گروه کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی بیشتر از کودکان عادی بود.

نمودار ۸- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی
برحسب برتری گوش در حالت اول

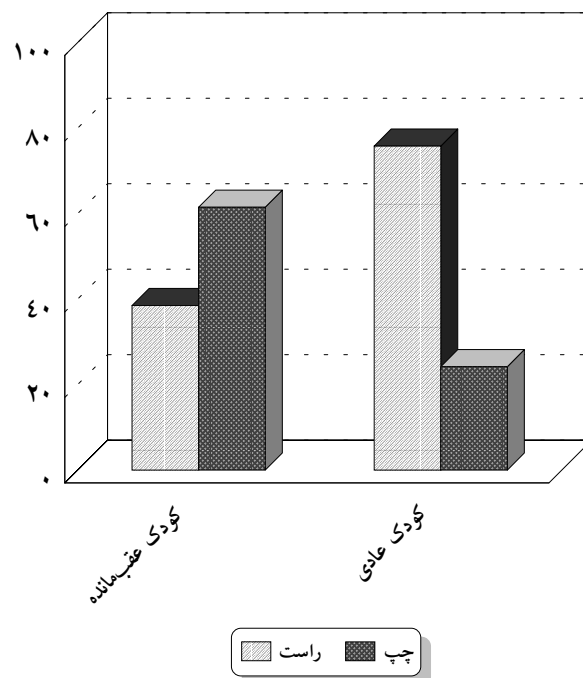


یافته‌های پژوهش حاضر تأییدکننده‌ی فرضیه‌های پژوهش مبنی بر وجود تفاوت میان عامل‌های برتری جانبی شامل برتری پا، چشم، گوش و دست میان کودکان سالم و عقب‌مانده‌ی ذهنی می‌باشد. به‌طور کلی برتری چپ و میزان آمیختگی در کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی در زمینه‌ی برخی از عامل‌ها بیشتر از کودکان عادی بوده است. بررسی‌ها نشان داده‌اند که دست‌کم برای برخی از متغیرهای برتری جانبی کارکردی، افراد چپ دست دارای سازمان‌بندی مغزی پراکنده‌تری نسبت به افراد راست دست هستند (هلوسستیک، سولودکین، گولاپالی^۱، نول و اسمال، ۲۰۰۲).

در مورد برتری پا، این پژوهش نشان داد که برتری پای چپ در کودکان عقب‌مانده بیشتر از گروه گواه بوده است. از آن‌جا که برتری پا به‌عنوان عدم تقارن وضعیتی که با نیمکره‌ی برتر زبان در ارتباط است در نظر گرفته شده (دی و مک‌نیلج، ۱۹۹۶)، از نظر شیوع اختلال‌های گفتاری در این کودکان دارای اهمیت است. در مورد برتری چشمی، در مجموع کارکردهای مورد بررسی به غیر از دو مورد، در این پژوهش تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در پژوهش دیگری نمادهای معنی‌دار نگاره‌ای^۲ که در هر دو گروه به نیمکره‌ی مربوط به چشم و دست برتر فرستاده می‌شوند بهتر تشخیص داده شده و تفاوت چشم‌گیری در اختصاصی شدن جانبی گزارش نشده است (اسمیت و همکاران، ۱۹۸۹). در زمینه‌ی برتری چشم، تنها در دو متغیر وضع نوشتن و زاویه‌ی کاغذ در دو گروه تفاوت معنی‌داری دیده شد، به‌طوری که در کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی برتری چشم چپ بیشتر از کودکان عادی بود. این تفاوت از دیدگاه آموزشی مهم است.

در زمینه‌ی برتری گوش، بین دو گروه در مجموع سه کارکرد شنوایی تنها در زمینه‌ی آهنگ‌گرایی در حالت دوم تفاوت معنی‌داری دیده شد. در دو پژوهش

نمودار ۹- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد بررسی
برحسب برتری گوش در حالت دوم



عقب‌مانده‌ی ذهنی و کودکان دارای تأخیر رشدی سودمند است.

محدود بودن شمار آزمودنی‌های پژوهش و ارزیابی برپایه‌ی تنها یک روش، یعنی جدول رشد عصبی- مغزی کودک دلاکاتو، از محدودیت‌های پژوهش حاضر به شمار می‌رود. پیشنهاد می‌شود این بررسی در شهرهایی که امکان دسترسی به آزمودنی‌های بیشتری وجود دارد، انجام شود. هم‌چنین برای افزایش اعتبار یافته‌های به‌دست آمده، پیشنهاد می‌شود که در بررسی‌های آینده، افزون بر روش دلاکاتو به‌طور هم‌زمان سایر روش‌ها مانند فن وادا، شنود دوگوشی و تاکستوسکوپ نیز به‌کار برده شود که در پژوهش حاضر به‌علت محدود بودن امکانات در شهرستان‌ها انجام آن امکان‌پذیر نبوده است.

از همکاری صمیمانه‌ی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، کارکنان مهدکودک‌های مورد بررسی، مراکز استثنایی و هم‌چنین سازمان بهزیستی سبزوار قدردانی می‌شود.

Allen, M. (1989). Models of hemispheric specialization.

Psychological Bulletin, 93, 73-104.

Basser, L.S. (1962). Hemiplegia of early onset and the faculty of speech with special reference to the effects of hemispherectomy. *Brain*, 85, 427-460.

Chiron, C., Jambaque, L., Nabbout, R., Lounes, R., Syrata, A., & Dulac, O. (1997). The right brain hemisphere is dominant in human infants. *Brain*, 120, 1057-1065.

Day, L.B., & Macneilage, P.F. (1996). Postural asymmetries and language lateralization in human. *Journal of Comparative Psychology*, 110, 88-96.

مشابه با بهره‌گیری از شنود دوگوشی به‌جای آزمون دلاکاتو یافته‌های مشابهی گزارش گردیده است. در بررسی‌های یادشده برتری گوش چپ در کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی بیش از کودکان عادی بوده است که با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌سو می‌باشد (پایپ و بیل، ۱۹۸۳؛ پاکوئت و همکاران، ۱۹۹۶).

در مورد برتری دست با توجه به اهمیت کارکردی آن در توانبخشی، در مقایسه با سایر متغیرها پژوهش‌های بیشتری انجام شده است. در پژوهش حاضر، در مورد شش حرکت ظریف (بدون نقاشی) هم در حالت اول و هم دوم تفاوت معنی‌دار دیده شد، به این معنی که میزان آمیختگی و چپ‌دستی در حرکت‌های ظریف در کودکان عقب‌مانده‌ی ذهنی بیشتر بود. در مورد نقاشی نیز برتری دست چپ در این گروه معنی‌دار بود.

بررسی‌های انجام شده در زمینه‌ی برتری جانبی مدارهای حرکتی در برتری دست در حرکت‌های تکی ظریف و ترکیبی به روش fMRI که بر روی قشر حرکتی، حسی، ناحیه‌ی پیش حرکتی مغز و مخچه انجام شده است، نشان داده‌اند که انجام حرکت‌های ترکیبی دست در افراد چپ دست نسبت به راست دست‌ها حجم و مناطق بیشتری را درگیر می‌سازد و برتری جانبی کمتری را نشان می‌دهد، درحالی که برای حرکت‌های تک، مناطق کمتری درگیر شده و برتری جانبی بارزتر می‌باشد (سولودکین و همکاران، ۲۰۰۱؛ هلوستیک و همکاران، ۲۰۰۲).

ارزیابی برپایه‌ی جدول رشد عصبی- مغزی کودک دلاکاتو نیاز به صرف وقت زیاد دارد، که در کاربرد آن باید به این اصل توجه داشت. از دیدگاه کاربردی، یافته‌های پژوهش حاضر نه‌تنها پایه‌ای برای پژوهش‌های آینده در زمینه‌ی برتری جانبی در کودکان سالم و عقب‌مانده‌ی ذهنی فراهم می‌آورد، بلکه برای متخصصان توانبخشی کودکان از جمله کاردرمانگران و روان‌شناسان در ارزیابی حرکتی و توانبخشی کودکان

- Gadian, D.G., Isaacs, E.B., Cross, J.H., Connelly, A., Jackson, G.D., King, M.D., Neville, B.G., & Vargha-Khadem, F. (1996). Lateralization of brain function in childhood revealed by magnetic resonance spectroscopy. *Neurology*, 46, 974-977.
- Hertz, P.L., Gaillard, W.D., Mott, S.H., Cuenod, C.A., Bookheimer, S.Y., Weinstein, S., Conry, J., Papero, P.H., Schiff, S.J., Bihan, D., & Theodore, W.H. (1996). Noninvasive assessment of language dominance in children and adolescent with functional MRI. *Neurology*, 98, 1003-1012.
- Hlustik, P., Solodkin, A., Gullapalli, R.P., Noll, D.C., & Small, S.L. (2002). Functional lateralization of the human premotor cortex during sequential movements. *Brain and Cognition*, 49, 54-62.
- Holand, S.K., Plante, E., Weber, B.A., Strawsburg, R.H., Schmithorst, V.J., & Ball, W.S. (2001). Normal fMRI brain activation patterns in children performing a verb generation task. *Neuroimage*, 14, 837-843.
- Joynt, R.J. (1964). Paul Pierre Broca: His contribution to the knowledge of Aphasia. *Cortex*, 1, 205-213.
- Kelly, M., Ojemann, J.G., Wetzel, R.D., Derdeyn, C.P., Moran, C.J., Cross, D.T., Dowling, J.L., Miller, J.W., & Peterson, S.E. (2002). Wada testing reveals frontal lateralization for the memorization of words and faces. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 116-125.
- Kreshner, J.R. (1968). Doman-Delacato's theory of neurological organization applied with retarded children. *Except Child*, 34, 441-450.
- Lenneberg, E.H. (1969). On explaining the language. *Science*, 164, 635-643.
- Lucas, J.A., Rosestein, L.D., & Bigler, E.D. (1989). Handedness and language among the mentally retarded. *Neuropsychologica*, 27, 713-723.
- Paquette, C., Tosonic, C., Lassonde, M., & Peretz, L. (1996). Atypical hemispheric specialization in intellectual deficiency. *Brain Language*, 52, 474-483.
- Pipe, M.E., & Beale, I.L. (1983). Hemispheric specialization for speech in retarded children. *Neuropsychologica*, 21, 91-98.
- Smith, S.T., Cash, C., Barr, S.E., & Putney, R.T. (1989). The nonspeech assessment of hemispheric specialization in retarded children. *Neuropsychologica*, 24, 293-296.
- Solodkin, A., Hlustik, P., Noll, D.C., & Small, S.L. (2001). Lateralization of motor circuits and handedness during finger movements. *European Journal of Neurology*, 8, 425-434.
- Tan, U., Ors, R., Kurkcuoglu, M., & Kutlu, M. (1992a). The lateralization of the grasp reflex in human new born. *Journal of Neuroscience*, 62, 1-8.
- Tan, U., Ors, R., Kurkcuoglu, M., & Kutlu, M. (1992b). Right-left dominance and ambidexterity in grasp reflex in human new born. *Journal of Neuroscience*, 62, 197-205.
- Tzourio, N., Crivello, F., Mellet, E., & Nkanga, N.B. (1998). Functional anatomy of dominance for speech comprehension in left handed vs. right handed. *Neuroimage*, 8, 1-16.