

مقاله پژوهشی اصیل**دست‌برتری خانوادگی و توانایی چرخش ذهنی****دکتر احمد علی‌پور**

دانشگاه پیام نور

علیرضا باغبان پرشکوهی^۱

دانشگاه پیام نور

هدف: بررسی رابطه دست‌برتری خانوادگی و توانایی چرخش ذهنی که به دلیل وجود نظریه‌های مطرح ژنتیکی و محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. **روش:** در پژوهش علی - مقایسه‌ای حاضر، ۱۳۶ آزمودنی که در کلاس پنجم ابتدایی تحصیل می‌کردند (۶۸ پسر و ۶۸ دختر) به روش تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. میانگین سنی آزمودنی‌ها ۱۱ سال و نه ماه بود. این دانش‌آموزان با استفاده از آزمون دست‌برتری چاپمن، آزمون آن‌لاین چی و آزمون محقق‌ساخته دست‌برتری خانوادگی مورد ارزیابی و سنجش پس‌رویدادی قرار گرفتند. **یافته‌ها:** تحلیل نتایج با استفاده از روش تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که اثر دست‌برتری خانوادگی بر توانایی چرخش ذهنی در سطح $\alpha=0/005$ معنادار است ($p=0/0015$ و $F=3/696$). همچنین، اثر دست‌برتری خانوادگی (براساس جنسیت) بر توانایی چرخش ذهنی نیز تفاوت معناداری نشان داد ($p=0/006$ و $F=3/006$). **نتیجه‌گیری:** بر اساس آزمون‌های تعقیبی، بررسی نتایج، نظریه دست‌برتری آنت را تأیید نکرد، اما دخالت عوامل محیطی و مدل سیستمی را در دست‌برتری مورد تأیید قرار داد.

کلیدواژه‌ها: دست‌برتری خانوادگی، چرخش ذهنی، کودک.

مقدمه

تک‌ژنی با الگوی ارثی غیرمندلی است (ون‌آتمیل^۲، فورست^۳، دل-فاورو^۴، ون‌بروکهن^۵ و ویلیامسون^۶، ۲۰۰۳). کلار^۷ (۱۹۹۶) مدل ژن منفرد^۸ را ارایه داده است که می‌تواند داده‌های همه‌گیری شناختی را توضیح دهد و پیش‌بینی کند. چندین گزارش نیز نقش کروموزوم X را در تعیین دست‌برتری مورد توجه قرار داده‌اند (کوربالیس^۹، لی^{۱۰}، مک‌منوس^{۱۱} و کرو^{۱۲}، ۱۹۹۶؛ لاوال^{۱۳} و همکاران، ۱۹۹۸). ساویتز^{۱۴}، ون‌درمر^{۱۵}، سالمز^{۱۶} و رامسر^{۱۷} (۲۰۰۷) نشان دادند که مهارت دستی خویشاوندان به‌طور معناداری

راست‌دست‌ها و چپ‌دست‌ها حداقل از دوره پارینه‌سنگی با هم زندگی کرده‌اند (فاری^{۱۸} و ریموند^{۱۹}، ۲۰۰۴)، اما چپ‌دست‌ها در همه جمعیت‌های انسانی در اقلیت بوده و هستند (ریموند و پونتایر^{۲۰}، ۲۰۰۴)، یعنی حدود ۱۰ درصد جمعیت را شامل می‌شوند؛ و در مردان در مقایسه با زنان دارای فراوانی بیشتری هستند (گیلبرت^{۲۱} و ویسوکي^{۲۲}، ۱۹۹۲؛ جعفری، کریمی، سازمند و ملایری، ۱۳۸۶). با این حال جهت و درجه دست‌برتری انسان‌ها متفاوت است و بسیاری گمان می‌کنند که ژنتیکی است (دلیسی^{۲۳} و همکاران، ۲۰۰۲). بحث ژن‌های دست‌برتری انسان بسیار گسترده است و برای تشریح همه‌گیری‌شناسی پیچیده چپ‌دست‌برتری چندین مدل ارایه شده است. بسیاری مطرح کرده‌اند که چپ‌دست‌برتری خصیصه‌ای

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 2- Faurie | 3- Raymond |
| 4- Pontier | 5- Gilbert |
| 6- Wysocki | 7- Delisi |
| 8- Van Agtmael | 9- Forrest |
| 10- Del-Favero | 11- Van Broekhoven |
| 12- Williamson | 13- Klar |
| 14- single-gene | 15- Corballis |
| 16- Lee | 17- McManus |
| 18- Crow | 19- Laval |
| 20- Savitz | 21- Van der Merwe |
| 22- Solms | 23- Ramesar |

^۱ - نشانی تماس: قزوین، آیک، خیابان مطهری، کوچه خداپنده، پلاک ۴۵۶.

Email: baghban.alireza@gmail.com

غیرراست‌دست‌برتر به احتمال زیاد برای ژن جابه‌جایی به راست هتروزیگوت هستند. بنابراین، انتظار می‌رود نسبت به راست‌دست-برترهای دارای خویشاوندان کاملاً راست‌دست‌برتر توانایی فضایی بهتری داشته باشند (لی^{۲۲}، زو^{۲۳} و نوتال^{۲۴}، ۲۰۰۳). در نظریه آنت (۱۹۹۲، ۲۰۰۲) تکالیف فضایی و کلامی با رجحان دست روابط متفاوتی دارند؛ بدین صورت که برای اشخاص دارای الگوهای رجحان دست چپ گرایش به عملکرد فضایی بهتر و برای اشخاص دارای الگوهای عملکرد دست راست، عملکرد کلامی بهتر مطرح است.

نتایج برخی مطالعات از جمله مطالعه کیسی^{۲۵} و برایک^{۲۶} (۱۹۹۰) نشان می‌دهند که دست‌برتری خانوادگی و تجارب فضایی، تأثیر قابل توجهی بر توانایی چرخش ذهنی زنان دارند. به نظر می‌رسد عملکردهای حرکتی با عوامل بسیاری نظیر دست-برتری، جنسیت و دست‌برتری خانوادگی مرتبط باشد (گورینیا^{۲۷} و اگنتر^{۲۸}، ۲۰۰۰).

در چارچوب مطالعات تصویربرداری کارکردی، شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه فعالیت مغز در حین انجام مسایل مربوط به چرخش ذهنی، جانبی شدن را نشان می‌دهد، گرچه الگوهای پیچیده جانبی شدن و فضاها و ویژه بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند (جردن^{۲۹}، وستبرگ^{۳۰}، هاینز^{۳۱}، پیتز^{۳۲} و جانک^{۳۳}، ۲۰۰۲؛ تامسن^{۳۴} و همکاران، ۲۰۰۰). نظریه‌پردازان درباره تعامل بین عملکرد چرخش ذهنی، تخصص‌یافتگی جانبی کارکرد و دست‌برتری اساساً بر این باورند که نیمکره راست نسبت به نیمکره چپ مستقیماً

با کارکرد ژن خاصی مرتبط است. فرنکس^۱ و همکاران (۲۰۰۳) به کروموزومی اشاره کردند که با مؤلفه دست‌برتری و همچنین اختلال اسکیزوفرنی ارتباط دارد.

در ارتباط با عوامل محیطی نیز مطرح شده که اثر محیط بر نیمکره چپ حدود دو برابر نیمکره راست است (گشوند^۲، میلر^۳، دکارلی^۴ و کارملی^۵، ۲۰۰۲). در این راستا این دیدگاه مطرح است که نیمکره چپ به عوامل محیطی حساس‌تر است که احتمالاً به دلیل دوره زمانی طولانی‌تر رشد نیمکره چپ نسبت به نیمکره راست است (گورد^۶، شولتز^۷، چرکاس^۸ و ابرس^۹، ۲۰۰۶). سیرون^{۱۰} و مک کیور^{۱۱} کیور^{۱۱} (۱۹۹۵) عوامل استرس‌زای تولد را به عنوان رایج‌ترین جایگزین تشریح ژنتیکی چپ‌دست‌برتری مطرح کرده است.

دیدگاه‌های سیستمی نیز این پیدایش و تغییر ناشی از تعامل عوامل چندگانه (ژنتیکی و غیرژنتیکی) می‌دانند (کورتبا^{۱۲}، ویلیامز^{۱۳} و اسنپ-چالدز^{۱۴}، ۲۰۰۶). دیدگاه سیستم‌های روانی - زیستی بر تغییرات چندسویه^{۱۵} ژن‌ها، رفتار و محیط تأکید می‌کنند. همان‌طور که ژن‌ها می‌توانند بر رفتار و محیط اثر داشته باشند، رفتار و تجربه نیز می‌توانند بر تظاهرات ژنی اثر بگذارند. بنابراین، عوامل چندگانه (ژنتیک، اعصاب، رفتار و محیط) می‌توانند در طول تحول فردی بر جریان پدیدآیی فردی^{۱۶} رفتار اثر متقابل داشته باشند (گوتلیب^{۱۷}، ۱۹۹۲؛ گوتلیب، والستن^{۱۸} و لیکلیتر^{۱۹}، ۱۹۹۸). پژوهشگران با تدوین طبقات دست‌برتری (همچون دست‌برتری خانوادگی) امکان بررسی عوامل گوناگون و نظریه‌های مختلف مطرح‌شده در این ارتباط را فراهم کرده‌اند. بنابراین بررسی تاریخیچه خانوادگی افراد از لحاظ دست‌برتری می‌تواند مقوله ژنتیکی بودن یا انحراف ناشی از اثر محیط را مشخص سازد. آنت^{۲۰} (۱۹۹۵، ۱۹۹۹) در قالب نظریه خود (انتقال به راست^{۲۱})، عامل جابه‌جایی به راست را ژن منفردی می‌داند که ژن‌های ناهمسان مجاور (آلل) غالب موجب برتری جانبی به راست می‌شوند. این ژن، راست‌دست‌برتری و جانبی شدن زبان را در نیمکره چپ تعیین می‌کند. آلل نهفته این ژن به فقدان عامل جابه‌جایی به راست منجر می‌شود. به نظر آنت، راست‌دست‌برترها با خویشاوندان نزدیک

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1- Francks | 2- Geschwind |
| 3- Miller | 4- Decarli |
| 5- Carmelli | 6- Gurd |
| 7- Schulz | 8- Cherkas |
| 9- Ebers | 10- Cerone |
| 11- MacKeever | 12- Corbetta |
| 13- Williams | 14- Snapp-Childs |
| 15- multi-directional | 16- ontogenesis |
| 17- Gottlieb | 18- Wahlsten |
| 19- Lickliter | 20- Annett |
| 21- right-shift | 22- Li |
| 23- Zhu | 24- Nuttall |
| 25- Casey | 26- Brabeck |
| 27- Gorynia | 28- Egenter |
| 29- Jordan | 30- Wustenberg |
| 31- Heinze | 32- Peters |
| 33- Jancke | 34- Thomsen |

در پژوهش حاضر این سؤال‌ها مطرح و بررسی شدند: با در نظر گرفتن تاریخچه دست‌برتری خانوادگی، آیا آزمودنی‌ها در توانایی چرخش ذهنی تفاوت دارند؟ آیا بین دست‌برتری خانوادگی دختران و پسران در توانایی چرخش ذهنی تفاوت وجود دارد؟ آیا توانایی چرخش ذهنی در راست‌دست‌های دارای چپ-دست‌برتری خانوادگی بیشتر از راست‌دست‌های بدون چپ‌برتری خانوادگی است؟

روش

پژوهش پس‌رویدادی حاضر از نوع علی-مقایسه‌ای است که در دانش‌آموزان کلاس پنجم ابتدایی شهرستان آبیگ (قزوین) در سال ۸۶-۸۵ انجام شده است. ابتدا به طریق نمونه-گیری خوشه‌ای، هشت مدرسه (چهار مدرسه دخترانه و چهار مدرسه پسرانه) از بین ۲۰ مدرسه ابتدایی دولتی این شهرستان انتخاب شدند (مدارس غیرانتفاعی مشارکت نداشتند). برای انطباق و همسان کردن آزمودنی‌های دختر و پسر، هر دو مدرسه دخترانه و پسرانه به صورت زوج از یک ناحیه انتخاب شدند. سپس، از میان ۱۴ کلاس پنجم این مدارس، با مجموع ۳۰۰ دانش‌آموز کلاس پنجمی، ۱۳۶ آزمودنی (۶۸ دختر و ۶۸ پسر) به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. میانگین سنی این نمونه ۱۱ سال و نه ماه، و انحراف معیار آن چهار ماه بود. دانش-آموزانی که سابقه مردودی داشتند یا مدرسه را با تأخیر شروع کرده بودند از جریان نمونه‌گیری حذف شدند. نسبت جنسیتی نمونه (۵۰ درصد برای هر جنس) با توجه به نسبت تقریباً همسان جامعه مورد پژوهش لحاظ گردید. تمامی آزمودنی‌ها آزمون‌ها را زیر نظر محقق انجام دادند و نتایج به وسیله نسخه ۱۳ نرم‌افزار SPSS و از طریق تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون‌های تعقیبی شفه و ال.اس.دی تحلیل شد.

با کارکرد فضایی مرتبط است، و راست‌دست‌برترها و چپ‌دست-برترها در سازمان‌دهی مخ متفاوت هستند (پیترز، ریمرز^۱ و منینگ^۲، ۲۰۰۶).

نتایج گزارش شده در ارتباط با دست‌برتری خانوادگی و عملکرد فضایی متفاوت است. یو^۳ و کوهن^۴ (۱۹۸۳) گزارش دادند دادند که زنانی که تاریخچه خانوادگی چپ‌دستی دارند، در تکالیف فضایی بد عمل می‌کنند، در حالی که دیگر پژوهشگران (ریو^۵، سزارنولوسکی^۶ و الیوت^۷، ۲۰۰۴) عملکرد فضایی مطلوب را مطلوب را با چپ‌دستی مرتبط یافتند.

در مجموع، یافته‌های تحقیقات مربوط به دست‌برتری متناقض و تفسیرها همچنان مبهم است (لی و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی پیشینه نشان می‌دهد که برای توضیح دست-برتری فرضیه‌های مختلفی مطرح است: فرضیه‌های تاریخی، ژنتیکی، یادگیری، کالوزال، تکاملی، محیطی، رشدی، فرهنگی، آسیب‌شناختی و فرضیه پرویک (جعفری و همکاران، ۱۳۸۶). عوامل مؤثر بر توانایی فضایی و به تبع آن چرخش ذهنی را نیز سن، جنسیت، تجربه (نوع و میزان آن)، عوامل اجتماعی، دست‌برتری و استعداد مطرح کرده‌اند (باغبان، ۱۳۸۵). در پژوهش حاضر، نمونه از کودکان انتخاب شده چون در مقایسه با جمعیت بزرگسال از ویژگی‌هایی مثل فاصله از فرآیند بلوغ، شرایط سنی بهینه در ارتباط با چرخش ذهنی، و محدود بودن تجارب و توانایی‌های شناختی برخوردارند و از آنجا که پژوهش‌های پیشین اغلب بر نمونه‌های غیرکودک متمرکز بوده‌اند (مانند لی و همکاران، ۲۰۰۳)، پژوهشگران بر آن شدند تا رابطه دست-برتری و چرخش ذهنی را با توجه به ویژگی‌های نمونه کودک تبیین کنند. از سوی دیگر، تأثیر عوامل فرهنگی و محیطی در دست‌برتری (لی و همکاران، ۲۰۰۳) و چرخش ذهنی (کاپلان^۸، کروفرود^۹، هاید^{۱۰} و ریچاردسون^{۱۱}، ۱۹۹۷) اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر را بیشتر هویدا می‌کند، به ویژه این که تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با رابطه دست‌برتری و چرخش ذهنی در ایران گزارش نشده است.

1- Reimers
3- Yeo
5- Reio
7- Eliot
9- Crawford
11- Richardson

2- Manning
4- Cohen
6- Czarnolewski
8- Caplan
10- Hyde

ابزار

۱) **آزمون چرخش ذهنی**^۱: توانایی چرخش ذهنی، به صورت آن‌لاین و از طریق پایگاه اینترنتی «سایک‌لب»^۲ مورد سنجش قرار گرفت (همان‌طور که سامسودین^۳ و ایسمایل^۴، ۲۰۰۴ و رافی^۵، سامسودین و ایسمایل، ۲۰۰۶ استفاده کردند). این پایگاه اینترنتی به وسیله چپ^۶ (۲۰۰۰) بسط یافته و مبتنی بر آزمون چرخش ذهنی وندبرگ^۷ و کوس^۸ (۱۹۷۸) است. آزمون مورد نظر شامل ۳۰ ماده ماده و هر ماده از دو شکل ساخته شده است: یکی شکل هدف و دیگری شکل مورد مقایسه. این شکل که با درجات گوناگونی ارائه می‌شود، ممکن است چرخیده یا نچرخیده باشد؛ اما نیمی از ۳۰ ماده آزمون شامل شکل‌های چرخیده و نیمه دیگر اشکال بدون چرخش می‌باشند. برای اجتناب از اثر ترتیب، همه ماده‌ها به‌طور تصادفی ارائه می‌شدند. بیشترین نمره قابل دریافت از این آزمون ۳۰ است. آزمودنی‌ها می‌بایست دو شکل را با هم مقایسه کنند و در ذهن خود بچرخانند و به دنبال این مسأله باشند که آیا اینها دو شکل یکسان‌اند که چرخیده‌اند، یا دو شکل متفاوت هستند که اگر هم در ذهن آنها را بچرخانند باز هم آن دو شکل همانند و یکسان نمی‌شوند. آزمودنی‌ها پس از نتیجه‌گیری می‌بایست یکی از دکمه‌ها (درست یا غلط) را فشار دهند. رایانه درستی انتخاب و همچنین سرعت واکنش آزمودنی‌ها را ثبت می‌کرد. آلفای کرونباخ برای داده‌های این آزمون ۰/۹۳ بود و همبستگی بین جنبه عملکرد و سرعت عمل آزمون نیز ۰/۶۲۱ بود (باغبان پرشکوهی، ۱۳۸۵).

۲) **پرسشنامه دست‌برتری چپ‌من**^۹: این پرسشنامه شامل ۱۳ ماده است که در جریان آن از افراد خواسته می‌شود که مشخص کنند فعالیت‌هایی همچون نوشتن، نقاشی کردن، و پرتاب کردن را با کدام دست انجام می‌دهند. پاسخ آزمودنی‌ها به هر سؤال بر مبنای انتخاب یکی از سه گزینه دست راست (نمره یک)، هر دو دست (نمره دو) و دست چپ (نمره سه) مشخص می‌شود. بنابراین، نمره-ها بین ۱۳ (کاملاً راست دست) تا ۳۹ (کاملاً چپ دست) متغیر است. چپ‌من^{۱۰} و چپ‌من (۱۹۸۷) همسانی درونی این پرسشنامه را ۰/۹۶، پایایی بازآزمایی آن را ۰/۹۷ و همبستگی آن را با ارزیابی رفتاری دست‌برتری ۰/۸۳ گزارش کرده‌اند. این آزمون را در ایران علی‌پور

(۱۳۸۵) برای دانش‌آموزان مقطع راهنمایی شهر تهران هنجار کرده است. وی آلفای کرونباخ این پرسشنامه را ۰/۹۴، همبستگی دو نیمه آن را ۰/۹۷ و پایایی بازآزمایی آن را ۰/۹۲ گزارش کرده است. در این تحقیق نیز آلفای کرونباخ برای آزمون مزبور ۰/۹۶ به دست آمد. از این آزمون در تحقیقات مختلف از جمله مهر^{۱۱}، تات^{۱۲}، لندیس^{۱۳} و بروگر^{۱۴} (۲۰۰۳) استفاده شده است.

۳) **دست‌برتری خانوادگی**^{۱۵}: برای اخذ تاریخچه خانوادگی دست‌برتری، پس از این که آزمودنی‌ها پرسشنامه دست‌برتری را تکمیل کردند، از آنها درباره وضعیت چپ‌دست‌برتری در پدر، مادر، پدربزرگ، مادربزرگ، خاله، عمه، عمو و دایی سؤال شد. آنها می‌بایست با توجه به مؤلفه‌های آزمون چپ‌من، در مورد نامبردگان قضاوت می‌کردند. اگر بر اساس گزارش آزمودنی یکی از اعضای درجه یک خانواده چپ‌دست بود، وی در گروه چپ-دستی خانوادگی یا راست‌دست با سابقه خانوادگی چپ‌دستی قرار می‌گرفت. پژوهشگران دیگر از جمله کیسی، کولون^{۱۶} و گوریس^{۱۷} (۱۹۹۲)، لی و همکاران (۲۰۰۳) نیز از این ملاک استفاده کرده‌اند.

یافته‌ها

جدول ۱ شاخص‌های توصیفی توانایی چرخش ذهنی را نشان می‌دهد. بر اساس این یافته‌ها، چپ‌دست‌های بدون چپ‌دست-برتری خانوادگی (در هر دو جنس) بالاترین سطح عملکرد را در چرخش ذهنی دارند (میانگین ۱۸/۷۸ برای پسران و ۱۷/۸۷ برای دختران). دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی نیز

1- Mental Rotation Test	2- Psychlab
3- Samsudin	4- Ismail
5- Rafi	6- Chay
7- Vandenberg	8- Kuse
9- Chapman Handedness Inventory	
10- Chapman	11- Moher
12- Thut	13- Landis
14- Brugger	15- Family Handedness
16- Colon	17- Goris

جدول ۱- شاخص‌های توصیفی گروه‌های دست‌برتری پسران و دختران در توانایی چرخش ذهنی

دست‌برتری خانوادگی	جنسیت	میانگین	انحراف معیار	تعداد
راست‌دست‌های بدون اعضای خانوادهٔ چپ‌دست‌برتر	پسران	۱۷/۸۱۰۸	۳/۸۷۹۰	۳۷
	دختران	۱۵/۸۱۰۸	۲/۹۹۸۵	۳۷
	کل	۱۶/۸۱۰۸	۳/۵۸۷۲	۷۴
راست‌دست‌های با اعضای خانوادهٔ چپ‌دست‌برتر	پسران	۱۵/۶۰۰	۲/۰۲۸۴	۱۵
	دختران	۱۵/۵۳۳۳	۲/۶۶۱۹	۱۵
	کل	۱۵/۵۶۶۷	۲/۹۰۸۸	۳۰
چپ‌دست‌های با اعضای خانوادهٔ چپ‌دست‌برتر	پسران	۱۶/۴۲۸۶	۲/۰۷۰۲	۷
	دختران	۱۳/۷۵۰۰	۱/۰۳۵۱	۸
	کل	۱۵/۰۰۰	۲/۰۷۰۲	۱۵
چپ‌دست‌های بدون اعضای خانوادهٔ چپ‌دست‌برتر	پسران	۱۸/۷۷۷۸	۴/۶۰۳۷	۹
	دختران	۱۷/۸۷۵۰	۳/۴۴۰۸	۸
	کل	۱۸/۳۵۲۹	۳/۹۹۹۱	۱۷
کل	پسران	۱۷/۳۰۸۸	۳/۶۰۸۷	۶۸
	دختران	۱۵/۷۵۰۰	۳/۱۶۴۰	۶۸
	کل	۱۶/۵۲۹۴	۳/۴۷۰۴	۱۳۶

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس یک‌راههٔ اثر دست‌برتری خانوادگی دختران و پسران بر توانایی چرخش ذهنی*

منبع	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری
دست‌برتری خانوادگی	۱۱۹/۳۳۷	۳	۳۹/۷۷۹	۳/۶۵	۰/۰۱۵
جنسیت	۴۶/۱۴۱	۱	۴۶/۱۴۱	۴/۲۳	۰/۰۴۲
جنسیت × چپ‌دست‌برتری	۲۶/۷۲۶	۳	۸/۹۰۹	۰/۸۲	۰/۴۸۷
دست‌برتری خانوادگی بر اساس جنسیت	۲۲۹/۵۵۳	۷	۳۲/۷۹۳	۳/۰۱	۰/۰۰۶
خطا	۱۳۹۶/۳۳۰	۱۲۸	۱۰/۹۰۹		
کل	۳۸۷۸۴/۰۰۰	۱۳۶			

* موارد معنادار درج شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون تعقیبی شفه برای مقایسهٔ توانایی چرخش ذهنی گروه‌های دست‌برتری خانوادگی

گروه i	گروه j	تفاوت میانگین	خطای معیار	سطح معناداری
راست‌دست بدون	راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲۴۴۱/۱	۰/۷۱	ns
چپ‌دست‌برتری خانوادگی	چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۸۱۰۸/۱	۰/۹۴	ns
	چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۵۴۲۱/۱	۰/۸۹	ns
راست‌دست با	راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲۴۴۱/۱	۰/۷۱	ns
چپ‌دست‌برتری خانوادگی	چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۵۶۶۷/۰	۱/۰۴	ns
	چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۷۸۶۳/۲	۱/۰۰	ns
چپ‌دست با	راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۸۱۰۸/۱	۰/۹۴	ns
چپ‌دست‌برتری خانوادگی	راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۵۶۶۷/۰	۱/۰۴	ns
	چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۳۵۲۹/۳	۱/۱۷	۰/۰۴۶
چپ‌دست بدون	راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۵۴۲۱/۱	۰/۸۹	ns
چپ‌دست‌برتری خانوادگی	راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۷۸۶۳/۲	۱/۰۰	ns
	چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۳۵۲۹/۳	۱/۱۷	۰/۰۴۶

جدول ۴- نتایج آزمون ال اس دی برای مقایسه توانایی چرخش ذهنی گروه‌های دست‌برتری خانوادگی دختران و پسران

گروه A	گروه J	تفاوت میانگین	خطای معیار	سطح معناداری
پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۰۰۰۰	۰/۷۷	۰/۰۱۰
	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۲۱۰۸	۱/۰۱۷	۰/۰۳۱
	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۲۷۷۵	۱/۰۱۷	۰/۰۲۶
	پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۱/۳۸۲۲	۱/۳۷	ns
	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۴/۰۶۰۸	۱/۲۹	۰/۰۰۲
	پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۹۶۷۰	۱/۲۳	ns
	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۶/۴۱۸۹E-۰۲	۱/۲۹	ns
دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۰۰۰۰	۰/۷۷	۰/۰۱۰
	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۲۱۰۸	۱/۰۱	ns
	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۲۷۷۵	۱/۰۱	ns
	پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۶۱۷۵	۱/۳۷	ns
	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۰۶۰۸	۱/۲۹	ns
	پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۹۶۷۰	۱/۲۲۷۶	۰/۰۱۷
	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۰۶۴۲	۱/۲۸۷۸	ns
پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۲۱۰۸	۱/۰۱۱۰	۰/۰۳۱
	دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۲۱۰۸	۱/۰۱۱۰	ns
	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۶/۶۶۷E-۰۲	۱/۲۰۶۰	ns
	پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۸۲۸۶	۱/۵۱۱۸	ns
	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۱/۸۵۰۰	۱/۴۴۶۰	ns
	پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۳/۱۷۷۸	۱/۳۹۲۶	۰/۰۲۴
	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۲۷۵۰	۱/۴۴۶۰	ns
دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۲۷۷۵	۱/۰۱۱۰	۰/۰۲۶
	دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۲۷۷۵	۱/۰۱۱۰	ns
	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۶/۶۶۶۷E-۰۲	۱/۲۰۶۰	ns
	پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۸۶۵۲	۱/۵۱۱۸	ns
	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۱/۷۸۳۳	۱/۴۴۶۰	ns
	پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۳/۲۴۴۴	۱/۳۹۲۶	۰/۰۲۱
	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۳۴۱۷	۱/۴۴۶۰	ns
پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۱/۳۸۲۲	۱/۳۶۱۳	ns
	دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۶۱۷۸	۱/۳۶۱۳	ns
	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۸۲۸۶	۱/۵۱۱۸	ns
	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۸۹۵۲	۱/۵۱۱۸	ns
	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۶۷۸۶	۱/۷۰۹۴	ns
	پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۳۴۹۲	۱/۶۶۴۵	ns
	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۱/۴۴۶۴	۱/۷۰۹۴	ns

دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۴/۰۶۰۸	۱/۲۸۷۸	۰/۰۰۲
دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۰۶۰۸	۱/۲۸۷۸	ns
پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۱/۸۵۰۰	۱/۴۴۶۰	ns
پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۱/۷۸۳۳	۱/۴۴۶۰	ns
پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۲/۶۷۸۶	۱/۷۰۹۴	ns
پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۵/۰۲۷۸	۱/۶۰۴۹	۰/۰۰۲
پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۴/۱۲۵۰	۱/۶۵۱۴	۰/۰۱۴
پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۹۶۷۰	۱/۲۲۷۶	ns
دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۹۶۷۰	۱/۲۲۷۶	۰/۰۱۷
پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۳/۱۷۷۸	۱/۳۹۲۶	۰/۰۲۴
دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۳/۲۴۴۴	۱/۳۹۲۶	۰/۰۲۱
پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۳۴۹۲	۱/۶۶۴۵	ns
دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۵/۰۲۷۸	۱/۶۰۴۹	۰/۰۰۲
دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۰/۹۰۲۸	۱/۶۰۴۹	ns
دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۶/۴۱۹E-۰۲	۱/۲۸۷۸	ns
دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران راست‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۰۶۴۲	۱/۲۸۷۸	ns
پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۲۷۵۰	۱/۴۴۶۰	ns
دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران راست‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۲/۳۴۱۷	۱/۴۴۶۰	ns
پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۱/۴۴۶۴	۱/۷۰۹۴	ns
دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	دختران چپ‌دست با چپ‌دست‌برتری خانوادگی	۴/۱۲۵۰	۱/۶۵۱۴	۰/۰۱۴
پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	پسران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی	-۰/۹۰۲۸	۱/۶۰۴۹	ns

چپ‌دست‌های با و بدون چپ‌برتری خانوادگی)، تفاوت معناداری نشان داد ($p=۰/۰۰۶$).

بررسی مقایسه گروه‌های دست‌برتری خانوادگی با استفاده از آزمون تعقیبی شفه (جدول ۳) نشان می‌دهد که بین چپ‌دست‌ها با چپ‌دست‌برتری خانوادگی و چپ‌دست‌ها بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی، در جهت برتری چپ‌دست‌ها بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی تفاوت معناداری وجود دارد ($p=۰/۰۴۶$). همچنین بین سطح عملکرد چپ‌دست‌ها بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی و راست‌دست‌ها با چپ‌دست‌برتری خانوادگی تفاوتی نزدیک به سطح معناداری مشاهده می‌شود ($p=۰/۰۷۵$) که در جهت برتری چپ‌دست‌های بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی است. بین سایر گروه‌های دست‌برتری از جهت توانایی چرخش ذهنی تفاوت معناداری مشاهده نشد.

پایین‌ترین سطح عملکرد چرخش ذهنی را در این بررسی داشتند (میانگین ۱۳/۷۵). همچنین، به‌طور کلی عملکرد پسران (۱۷/۳۱) نسبت به دختران (۱۵/۷۵) بهتر بود.

بررسی تفاوت دست‌برتری خانوادگی نمونه (جدول ۲) نشان می‌دهد که بین چهار گروه تقسیم‌شده (راست‌دست‌ها با و بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی، چپ‌دست‌ها با و بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی) تفاوت معناداری وجود دارد ($p=۰/۰۱۵$ و $\alpha=۰/۰۵$). بررسی عملکرد دختران و پسران نیز تفاوت معناداری در دست‌برتری پسران نشان می‌دهد ($p=۰/۰۴۲$)، اما تعامل جنسیت و دست‌برتری تفاوت معناداری نشان نداد ($p=۰/۰۴۸۷$). دست‌برتری دختران و پسران که در قالب هشت گروه بررسی شد (دختران و پسران راست‌دست با و بدون چپ‌برتری خانوادگی،

راست آنت را تأیید می‌کنند و (۲) تحقیقاتی که به نتایجی برخلاف نظریه آنت دست یافته‌اند.

نتایج مطالعه حاضر نظریه آنت را تأیید نمی‌کند. بنابراین فرضیه سوم رد می‌شود، زیرا در این تحقیق همچون بعضی تحقیقات دیگر (مانند مک کیور، سیتز^۳، هاف^۴، مارینو^۵ و دیهل^۶، دیهل^۶، ۱۹۸۳؛ سرون و مک کیور، ۱۹۹۸؛ ایکایر-دب^۷، ترمبلی^۸، ترمبلی^۸، جوانت^۹ و پاسینی^{۱۰}، ۲۰۰۵) پیشینه چپ‌دست‌برتری، در چرخش ذهنی توانمندتر بودند که این یافته خلاف نتایج آنت (۱۹۸۵)، کیسی، نیوتال^{۱۱} و پزاریس^{۱۲} (۱۹۹۹) و کیسی و همکاران (۱۹۹۲) است.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج یو و کوهن (۱۹۸۳) همسو است که دریافتند زنان دارای تاریخچه خانوادگی چپ‌دست‌برتری در تکالیف فضایی ضعیف عمل می‌کنند. تحقیق حاضر همچنین نتایج لوی^{۱۳} (۱۹۶۹)؛ مک گی^{۱۴} (۱۹۷۸)؛ اشنایدر^{۱۵} و هریس^{۱۶} (۱۹۹۳)؛ ریو و همکاران (۲۰۰۴) را که به نتایجی خلاف نظریه آنت دست یافتند، تا حدودی تأیید می‌کند. نتایج مربوط به نظریه انتقال به راست متناقض است. کیسی و برابک (۱۹۸۹) ترکیب پتانسیل ژنتیکی و تجربه فضایی را عامل تعیین و تبیین‌کننده عملکرد افراد با دست‌برتری خاص در چرخش ذهنی می‌دانند. بنابراین، احتمال وجود تجربه فضایی متفاوت در الگوهای مختلف را می‌توان به عنوان عاملی در آشکار شدن نتایج این تحقیق مطرح کرد. همچنین، نتایج برخی تحقیقات همچون مطالعه ون آتمیل و همکاران (۲۰۰۳) نشان می‌دهد که دست‌برتری یک خصیصه کمی^{۱۷} انسانی است و مدل‌های تک‌ژنی غیرمندی نمی‌توانند آن را تبیین کنند. برای تبیین تناقضات یافت‌شده، مسایل مختلفی مطرح شده است، تا جایی که به عقیده فاری و ریموند (۲۰۰۴) برتری چپ‌دست‌ها ممکن است یک برتری وابسته به فراوانی باشد، یعنی

بررسی و مقایسه هشت گروه دست‌برتری بر اساس جنسیت با استفاده از آزمون تعقیبی ال.اس.دی (جدول ۴) نشان می‌دهد که دو گروه پسران راست‌دست و چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی و همچنین گروه دختران چپ‌دست بدون چپ‌دست‌برتری خانوادگی نسبت به سایر گروه‌ها از بالاترین سطح عملکرد برخوردارند.

نتیجه‌گیری

با مقایسه نتایج مربوط به رابطه وضعیت دست‌برتری خانوادگی و توانایی چرخش ذهنی، تحقیقات را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: (الف) مطالعاتی که بین دو مؤلفه ذکرشده هیچ‌گونه رابطه‌ای نیافتند (مانند مطالعه مودی^۱، ۱۹۹۸؛ مک کیور و ریچ^۲، ۱۹۹۴؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳) و (ب) مطالعاتی که به رابطه معناداری دست یافته‌اند، اما یافته‌های آنها در جهت نظریه‌های متفاوت است که نتایج تحقیق حاضر در این گروه قرار می‌گیرد. بنابراین، در گام اول نتیجه این تحقیق مخالف نتایج مودی (۱۹۹۸)، مک کیور و ریچ (۱۹۹۴) است، بنابراین فرضیه اول بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۲ تأیید می‌شود ($p=0/015$).

بررسی فرضیه دوم بر پایه اطلاعات جدول ۲ نشان می‌دهد که تفاوت دست‌برتری خانوادگی بر اساس جنسیت نیز معنادار است ($p=0/006$). بررسی گروه‌های دست‌برتری خانوادگی بر اساس جنسیت، بنا بر داده‌های جدول ۳ نکته قابل تأملی را آشکار می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمامی برتری‌های نشان داده شده قبل از این که به بحث دست‌برتری خانوادگی برسد، در چارچوب جنسیت قرار می‌گیرد، به‌طوری که در درجه اول مردان برتر از زنان هستند. لی و همکاران (۲۰۰۳) نیز مطرح کردند که یافته‌هایشان نشان می‌دهد که رابطه استراتژی شناختی با چرخش ذهنی باثبات‌تر و گسترده‌تر از رابطه آن با دست‌برتری یا دست‌برتری خانوادگی است.

در ادامه می‌توان مطالعاتی را نیز که در گروه (ب) قرار می‌گیرند به دو دسته تقسیم کرد: (۱) مطالعاتی که نظریه انتقال به

1- Moody
3- Seitz
5- Marino
7- Ecuyer-Dab
9- Joannette
11- Nuttall
13- Levy
15- Snyder
17- quantitative

2- Rich
4- Hoff
6- Diehl
8- Tremblay
10- Passini
12- Pezaris
14- McGee
16- Harris

ارتباط با توانایی فضایی و روش اندازه‌گیری دست‌برتری خانوادگی به چالش می‌کشد. هالپرن به این مسأله اشاره می‌کند که احتمال وجود اعضای غیر راست‌دست با توجه به اندازه خانواده افزایش می‌یابد. بنابراین، ساختارهای خانوادگی مورد بررسی در فرهنگ‌های گوناگون نیز در نتایج تحقیقات تأثیر داشته‌اند که می‌توان به اندازه خانواده در نمونه تحقیقاتی پژوهش حاضر در ایران، در مقایسه با پژوهش‌های خارجی اشاره کرد.

در پایان، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی گروه‌های سنی دیگر بررسی و عواملی همچون تجربه و توانایی آزمودنی‌ها نیز کنترل شود.

دریافت مقاله: ۱۳۸۶/۶/۱۰؛ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۴/۲۰

1- Goldstein
3- Brooks
5- Jennions

2- Young
4- Bussiere
6- Hunt

منابع

باغبان پرشکوهی، ع. ر. (۱۳۸۵). *اثر انواع بازی‌های کامپیوتری بر توانایی چرخش ذهنی کودکان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور.
علی‌پور، ا. (۱۳۸۵). بررسی قابلیت و اعتبار آزمون دست‌برتری چاپمن در دانش‌آموزان راهنمایی. *مجله روان‌شناسان ایرانی*، ۲(۷)، ۲۰۵-۱۹۷.
جعفری، ز.، کریمی، ح.، سازمند، ع. ح.، و ملایری، س. (۱۳۸۶). مقایسه شیوع برتری دستی در بین دانش‌آموزان سالم و ناشنوای مادرزاد ۱۸-۱۲ ساله شهر تهران. *مجله توانبخشی*، ۱، ۳۴-۲۵.

Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. London: Erlbaum.

Annett, M. (1999). The theory of an agnostic right shift gene in schizophrenia and autism. *Schizophrenia Research*, 39(3), 177-182.

Annett, M. (1995). The right shift theory of a genetic balanced polymorphism for cerebral dominance and cognitive processing. *Psychologie Cognitive*, 14, 427-480.

Annet, M. (1992). Spatial ability in subgroups of left- and right-handers. *British Journal of Psychology*, 83, 493-515.

Annett, M. (2002). *Handedness and brain asymmetry: The right shift theory*. Hove: Psychology Press.

Brooks, R., Bussiere, L. F., Jennions, M. D., & Hunt, J. (2004). Sinister strategies succeed at the 2003 cricket world cup. *Biology Proceedings of the Royal Society of London Series B (Suppl)*, 271, S64-S66.

- Caplan, P. J., Crawford, M., Hyde, J. S., Richardson, T. E. (1997). *Gender differences in human cognition*. New York: Oxford university press.
- Casey, M. B., & Brabeck, M. M. (1989). Exceptions to the male advantage on a spatial task: Family handedness and college major as factors identifying women who excel. *Neuropsychologia*, 27, 689 – 696 .
- Casey, M. B., & Brabeck, M. M. (1990). Women who excel on a spatial task: Proposed genetic and environmental factors. *Brain and Cognition*, 12(1), 73-84.
- Casey, M. B., Colon, D., & Goris, Y. (1992). Family handedness as a predictor of mental rotation ability among minority girls in a math-science training program. *Brain and Cognition*, 18(1), 88-96.
- Casey, M. B., Nuttall, R. L., & Pezaris, E. (1999). Evidence in support of a model that predicts how biological and environmental factors interact to influence spatial skills. *Developmental Psychology*, 32(5), 1237-1247.
- Cerone, L. J., & McKeever, W. F. (1998). Mental rotation test performances and familial sinistrality in dextrals, with special reference to the bent twing theory. *learning and Individual Differences*, 10(1), 1-12.
- Cerone, L. J., & McKeever, W. F. (1999). Failure to support the right-shift theory's hypothesis of a "heterozygote advantage" for cognitive abilities. *British Journal of Psychology*, 90, 109-123.
- Chapman, L. J., & Chapman, J. P. (1987). The measurement of handedness. *Brain and Cognition*, 6, 175-183.
- Chay, J. C. (2000). 3D Mental rotation test, retrieved April 30, 2006 from, <http://www.uwm.edu/people/johnchay/mrp.htm>.
- Corballis, M. C., Lee, K., McManus, I. C., & Crow, T. J. (1996). Location of the handedness gene on the X and Y chromosomes. *American Journal of Medical Genetics*, 67, 50-52.
- Corbetta, D., Williams, J., & Snapp-Childs, W. (2006). Plasticity in the development of handedness: Evidence from normal development and early asymmetric brain injury. *Developmental Psychobiology*, 48, 460-471.
- Delisi, L. E., Svetina, C., Razi, K., Shields, G., Wellman, N., & Crow, T. J. (2002). Hand preference and hand skill in families with schizophrenia. *Brain and Cognition*, 7(4), 321-332.
- Ecuyer-Dab, I., Tremblay, T., Joannette, Y., & Passini, R. (2005). Real-Life spatial skills, handedness and family history of handedness. *Brain and Cognition*, 57(3), 219-221.
- Faurie, C., & Raymond, M. (2004). Handedness, homicide and negative frequency – dependent selection. *Proceedings of the Royal Society*, 272, 25-28.
- Faurie, C. & Raymond, M. (2004). Handedness, homicide and negative frequency – dependent selection. *Proceedings of the Royal Society*, 271, S43-S45.
- Geschwind, D. H., Miller, B. L., Decarli, C., & Carmelli, D. (2002). Heritability of lobar brain volumes in twins supports genetic models of cerebral laterality and handedness. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*, 99, 3176-3189 .
- Gilbert, A. N., Wysocki, C. J. (1992). Hand preference and age in the united states. *Neuropsychologia*, 30, 601-608.
- Goldstein, S. R., & Young, C. A. (1996). Evolutionary stable strategy of handedness in major league baseball. *Journal of Comparative Psychology*, 110, 164-169.
- Francks, C., Delisi, L. E., Shaw, S. H., Fisher, S. E., Richardson, A. J., Stein, J. F., & Monaco, A. P. (2003). Parent-of-origin effects on handedness and schizophrenia susceptibility on chromosome 2p12-q11. *Human Molecular Genetics*, 12(24), 3225-3230.
- Gorynia, I., & Egenter, D. (2000). Intermanual coordination in relation to handedness, familial sinistrality and lateral preferences, *Cortex*, 36, 1-18.
- Gottlieb, G. (1992). *Individual development and evolution: The genesis of novel behavior*. New York: Oxford university press.

- Gottlieb, G., Wahlsten, D., Lickliter, R. (1998). The significance of biology for human development: A developmental psychological systems view. In R. M. Lerner (Ed.), *Theoretical models of human development*. Volume 1 of the Handbook of child psychology (5th ed.), Editor-in-Chief: William Damon. New York, N. Y.: Wiley.
- Gurd, J. M., Schulz, J., Cherkas, L., & Ebers, C. (2006). Hand preference and performance in 20 pairs of monozygotic twins with discordant handedness. *Cortex*, 42(6), 934-945.
- Halpern, D. F. (1996). Sex, brain, hands and spatial cognition. *Developmental Review*, 16(3), 261-270.
- Jordan, K., Wustenberg, T., Heinze, H. J., Peters, M., & Jancke, L. (2002). Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks. *Neuropsychologia*, 40, 2397-2408.
- Klar, A. J. S. (1996). A single locus, RGHT, specifies preference for hand utilization in humans. *Old Spring Harb Symp Quant Biol*, 61, 59-65.
- Laval, S. H., Dann, J. C., Butler, R. J., Loftus, J., Rue, J., Leask, S. J., Bass, N., Comazzi, M., Vita, A., Nanko, S., Shaw, S., Peterson, P., Shields, G., Smith, A. B., Stewart, J., DeLisi, L. E., & Crow, T. J. (1998) Evidence for linkage to psychosis and cerebral asymmetry (relative hand skill) on the X chromosome. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 81, 420-427.
- Levy, J. (1969). Possible basis for the evolution of lateral specialization in the human brain. *Nature*, 224, 614-615.
- Li, C., Zhu, W., & Nuttall, R. L. (2003). Familial handedness and spatial ability: A study with Chinese students aged 14 – 24. *Brain and Cognition*, 51, 375 – 384 .
- McGee, M. G. (1978). Handedness and mental rotation. *perceptual and motor skills*, 47, 641-642.
- McKeever, W. F., Rich, D. A. (1994). *Verbal and spatial ability in handedness groups: A test of Levy's predictions*. Paper presented at the 22nd annual meeting of the International Neuropsychological Society, Cincinnati, OH.
- McKeever, W. F., Seitz, K. S., Hoff, K. S., Marino, M. F., & Diehl, J. A. (1983). Interacting sex and familial sinistrality characteristics influence both language lateralization and spatial ability in right handers. *Neuropsychologia*, 21, 661-668.
- Mohr, M., Thut, G., Landis, T., & Brugger, P. (2003). Hands, arms and minds: Interactions between posture and thought. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 1000-1010.
- Moody, M. S. (1998). Problem-solving strategies used on the mental rotation test: Their relationship to test instructions, scores, handedness, and college major. *Dissertation abstract international, section B, the science and Engineering*, 59(5-B), 2464.
- Peters, M., Reimers, S., & Manning, J. T. (2006). Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioral variables in 255,100 subjects: The BBC internet study. *Brain and cognition*, 62, 177-186.
- Rafi, A., Sansudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology & Society*, 9(3), 149-159.
- Raymond, M., & Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness? *Laterality*, 9, 35-52.
- Reio, T. G. Jr., Czarnolewski, M., & Eliot, j. (2004). Handedness and spatial ability: differential patterns of relationships. *Laterality*, 9, 339-358.
- Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2004). The Improvement of mental rotation through computer based Multimedia Tutor. *Malaysian online Journal of Instructional Technolog*, 1(2),
- Savitz, J., Van der Merwe, L., Solms, M., & Ramesar, R. (2007). Lateralization of hand skill in bipolar affective disorder. *Genes Brain Behavior*, 6, 698-705.
- Van Agtmael, T. V., Forrest, S. M., Del-Favero, J., Van Broekhoven, C., & Williamson, R. (2003). Parametric and nonparametric genome scan analyses for human handedness. *European Journal of Human Genetics*, 11, 779-783.

Snyder, P. J., & Harris, L. J. (1993). Handedness, sex, and familial sinistrality effects on spatial tasks. *Cortex*, 29, 115-134.

Thomsen, T., Hugdahl, K., Ersland, L., Barndon, R., Lundervold, A., Smievoll, A. I., Roscher, B. E., & Sundberg, H. (2000). Functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of sex differences in a mental rotation task. *Medical science monitor*, 6, 1186-1196 .

Vandenberg, S. G., Kuse, A. R. (1978). Mental rotations: A group test of three-dimensional spatial visualization Perceptual and Motor Skills, 47, 599-604.

Yeo, R. A., & Cohen, D. B. (1983). Familial sinistrality and sex differences in cognitive abilities. *Cortex*, 19, 125-130.