روان‌شناسی ورزش

دانشگاه شهید بهشتی

دو فصلنامه روان‌شناسی ورزش

پاییز و زمستان ۱۳۹۹، دوره ۵، شماره ۲، صفحه‌های ۵۶-۴۳

تأثیر دستکاری حس بینایی و حس عمقی در سنین مختلف کودکی بر زمان انتقال فاز نسبی تکلیف هماهنگی دو دستی

مهین عقدائی*، بهروز عبدلی، سید مرتضی دیوجان

دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵ اصلاح مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۸ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴

هدف: هدف از مطالعه حاضر، تأثیر دستکاری حس بینایی و حس عمقی در سنین مختلف کودکی بر زمان انتقال فاز نسبی تکلیف هماهنگی دو دستی بود.

روش‌ها: شرکت‌کنندگان ۶۰ کودک راست‌دست، ۷-۱۲ سال، با دید طبیعی به شش گروه ده نفری در سنین؛ ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ سال به طور تصادفی انتخاب شدند. آن‌ها روی صندلی قابل تنظیم نشستند و حرکات هماهنگی با فاز نسبی۱۸۰ درجه را از فرکانس یک هرتز شروع کردند. سرعت فرکانس در هر پنج ثانیه نیم هرتز، تا زمان رسیدن به فرکانس نهایی (۵ هرتز) افزایش می‌یافت. هر گروه سنی فاز نسبی با سرعت افزایشی را در سه وضعیت حس بینایی و حس عمقی طبیعی، بدون بینایی، سوگیری حس عمقی اجرا کردند. برای آزمایش تأثیر سن بر زمان انتقال فاز نسبی از آنالیز واریانس یک طرفه، برای آزمایش تأثیر دستکاری هر کدام از حواس بینایی و حس عمقی بر زمان انتقال فاز نسبی از تحلیل واریانس (ANOVA) ۶×۲ با اندازه‌گیری تکراری در سطح معناداری ($\alpha \leq ۰/۰۵$) استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد که با افزایش سن در سطح معناداری ($\alpha=۰/۰۵$) ، زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی افزایش یافت و تفاوت میان گروه‌های سنی در مقایسه با هم معنادار بود ($p=۰/۰۰۱$). هم‌چنین نتایج نشان داد که دستکاری حس عمقی و بینایی در سطح معناداری ($\alpha=۰/۰۵$) بر زمان انتقال فاز نسبی تأثیرگذار بود و تفاوت بین دستکاری حس بینایی و حس عمقی در مقایسه با شرایط حسی طبیعی معنادار بود ($p=۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش از نظریه سیستم‌های پویا مبنی بر خودسازماندهی سیستم با اعمال پارامتر سرعت با انتقال از فاز برون مرحله به درون مرحله حمایت کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی درون‌مرحله، الگوی برون‌مرحله، فاز نسبی

* نویسنده مسئول: مهین عقدائی، شماره تماس: ۰۲۱-۲۹۹۰۲۹۴۸، ایمیل: : M-Aghdaei@sbu.ac.ir

مقدمه

همگام سازی ریتمیک حرکت اندام یکی از اساسی‌ترین دستاوردهای سیستم حرکتی انسان است (۱). در زندگی روزمره اجرای بسیاری از مهارت‌های حرکتی با استفاده از حرکت دو دست با هم است. تحقیقات اسپنسر و همکاران و سمجن[۲] نشان داده است که افراد تمایل دارند در شروع و حین اجرای حرکات، از هر دو دست به طور هم‌زمان استفاده کنند (۲). طبق پژوهش سوئینن[۳] الگوهای هماهنگی بین-عضوی در دو اولویت کلی خلاصه می‌شود: خودمحوری که زمان‌بندی دو عضو را نسبت به هم‌دیگر و دور از مرکز صفحه حرکت هماهنگ می‌کند و جهت‌که زمان‌بندی دو عضو را در صفحه حرکت به صورت هم‌جهت هماهنگ می‌کند (۳،۴). برای حرکت دست‌ها در یک صفحه افقی، این اصول هماهنگی در دو الگوی ثابت الگوی درون‌مرحله و الگوی برون‌مرحله معرفی شده‌اند (۷-۵). الگوی درون‌مرحله به حرکات آینه‌ای متقارن اشاره دارد که در آن دو دست در محور طولی بدن از هم دور و به هم نزدیک می‌شوند در حالی که الگوی برون‌مرحله به حرکت دست‌ها در محور طولی بدن به صورت هم‌جهت اشاره دارد (۴،۸).تفاوت در ویژگی‌های زمانی حرکت به وسیله فاز نسبی تعریف می‌شود. فاز نسبی موقعیت اندام را در هر سیکل حرکتی با موقعیت اندام دیگر در همان سیکل مشخص می‌کند. بنابراین فاز نسبی الگوی درون‌مرحله صفر درجه و فاز نسبی الگوی برون‌مرحله ۱۸۰ درجه است (۷،۹). ثبات نسبی الگوهای هماهنگی دو دستی درون‌مرحله و برون‌مرحله زمانی آشکار می‌شود که این الگوهای هماهنگی در فرکانس‌های مختلف (افزایشی) انجام شود یا از یک الگو به الگوی دیگر انتقال صورت گیرد (۴). طبق تحقیقات، در اجرای الگوی برون-مرحله افزایش سرعت ممکن است باعث اختلال در این الگو شده و انتقال خود به خود از الگوی برون‌مرحله به الگوی درون‌مرحله صورت گیرد. بنابراین، ثبات الگوی برون‌مرحله نسبت به درون‌مرحله کم‌تر است که این بی‌ثباتی ممکن است به دلیل فعال شدن عضلات همسان و سازگاری فضایی بیش‌تر الگوی درون‌مرحله نسبت به الگوی برون‌مرحله باشد (۴ و۱۰). لحظه انتقال فاز از الگوی برون‌مرحله به الگوی درون‌مرحله در اثر افزایش سرعت، فاز انتقال فرکانس بحرانی نامیده می‌شود (۱۱). بنابر تحقیقات گذشته، تولید حرکات دو دستی یکپارچه به ارتباط بین‌نیم‌کره‌های مغز توسط جسم پینه‌ای بستگی دارد (۱۲). برای موفقیت در حرکات هماهنگی دو دستی، باید اطلاعاتی بین نیم‌کره‌های مغز رد و بدل شوند که امکان یکپارچگی اطلاعات حسی، حرکتی و شناختی درون هر نیم‌کره را فراهم می‌سازد (۱۲،۱۳). غلاف‌های میلین اطراف تارهای جسم پینه‌ای می‌توانند انتقال سریع و هماهنگ اطلاعات را سبب شوند. طی دوران رشد، با بالیده‌تر شدن غلاف میلین‌ها سرعت ارتباط درون نیم-کره‌ها افزایش می‌یابد (۱۴). بنابراین هماهنگی ریتمیک دو دستی با رشد سیستم عصبی و رشد حرکتی در ارتباط است، به طوری که با افزایش سن و رشد سیستم‌های مختلف بدن تا دوران نوجوانی و جوانی (دو دهه اول زندگی)، حجم و یکپارچگی جسم پینه‌ای افزایش می‌یابد و منجر به هماهنگی بهتر، از جمله هماهنگی دو دستی می‌شود (۱۵). دی‌بوئر و همکاران، با بررسی هماهنگی دو دستی کودکان ۶ تا ۱۵ سال با تاکید بر رشد و ثبات الگوی هماهنگی دو دستی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن، تغییرپذیری فاز نسبی کاهش و زمان فرکانس بحرانی افزایش یافت (۱۲). از مسائل مهم و تأثیرگذار بر فرایند هماهنگی دو دستی، استفاده از اطلاعات حسی در جهت تنظیم حرکات است (۸). طبق شواهد، احتمالاً بینایی و حس عمقی در حرکات دو عضوی خصوصاً حرکات هماهنگی دو دستی نقش مهمی ایفا

می‌کند (۵). عابدان‌زاده و همکاران، اثر اطلاعات حسی بر انتقال فاز نسبی در تکلیف هماهنگی دو دستی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که حس عمقی و بینایی در اجرای الگوی هماهنگی دودستی نقش دارد؛ اما حس شنوایی الگوی هماهنگی دو دستی را تحت تأثیر قرار نمی-دهد (۱۶). روچ و همکاران، اثر دستکاری حس بینایی و شنوایی بر اجرای الگوی برون‌مرحله در تکلیف ضربه زدن با دو دست را در کودکان سالم، بزرگسالان و کودکان با اختلال هماهنگی حرکتی را بررسی کردند. نتایج نشان داد دستکاری بینایی و شنوایی تغییری در عملکرد ضربه زدن در هیچ یک از گروه‌ها ایجاد نکرد. هم‌چنین گریلو و همکاران به بررسی اثر بینایی و شنوایی در اجرای الگوی برون‌مرحله و درون‌مرحله در تکلیف خطی دودستی زنان پرداختند. نتایج نشان داد تکلیف دو دستی خطی با بینایی و شنوایی کنترل نمی‌شود و احتمالاً این حس عمقی است که نقش اصلی را دارد (۸). باچانان و همکاران ، اثر اطلاعات حسی را در ثبات الگوی هماهنگی دو دستی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده ثبات کم‌تر و تغییرپذیری بیش‌تر فاز نسبی در الگوی برون‌مرحله بود که این مسئله بیان‌گر تحت تأثیر قرار گرفتن الگوی هماهنگی دو دستی توسط اطلاعات حسی است (۱۷). نتایج تحقیقات گریلو و همکاران و روچ و همکاران نشان داد دستکاری حس بینایی، بر اجرای الگوی هماهنگی دو دستی تأثیر ندارد. اما پژوهش عابدان‌زاده و همکاران و باچانان و همکاران از تأثیر دستکاری حس بینایی و حس عمقی بر اجرای الگوی هماهنگی دو دستی حمایت می‌کند. با این وجود، نتایج تحقیق استیپرس و همکاران نشان داد اثرات لرزش در طول حرکات فعال بازو در سرعت بالا از بین می‌رود، بدین معنی که دستکاری حس عمقی تأثیری در اجرای حرکت فعال فرد ایجاد نکرد (۱۸). اگرچه به خوبی مشخص شده است که اطلاعات حسی برای اجرای حرکات ظریف نیاز است اما نقش بازخورد حسی بر اجرای حرکات پویای الگوی هماهنگی دو دستی توجه کمی را به خود اختصاص داده است. اخیرا شواهدی به دست آمده که الگوهای پویای هماهنگی به طور اساسی تحت تأثیر بازخورد حسی قرار می‌گیرند (۵ ،۱۱). هم‌چنین، مطالعات تکمیلی برای نقش افزایش سن در دوره کودکی روی فرکانس بحرانی الگوی هماهنگی دو دستی انجام نشده و تحقیقاتی که در رابطه با نقش اطلاعات حسی در فاز انتقال فرکانس بحرانی انجام شده نتایج متضادی نشان دادند (۶، ۱۱، ۱۹). بنابراین، نقش افزایش سن و اطلاعات حسی در فرکانس بحرانی الگوی هماهنگی دو دستی قابل بررسی است. هدف از این مطالعه تأثیر دستکاری حس بینایی و حس عمقی در سنین مختلف کودکی بر زمان انتقال فاز نسبی تکلیف هماهنگی دو دستی بود. سن کودکی به دلیل رشد سریع جسم پینه-ای، حس بینایی و حس عمقی در این دوران و توانایی کودکان جوان در توسعه این مهارت انتخاب شده است (۱۲). لذا پژوهش حاضر در راستای پژوهش‌های گذشته در تلاش برای پاسخ به سوالات زیر است. آیا عامل سن با اطلاعات حسی طبیعی بر فرکانس انتقال فاز نسبی تأثیر دارد؟ آیا دستکاری حس بینایی و حس عمقی با عامل سن بر فرکانس انتقال فاز نسبی تأثیر دارد؟

روش پژوهش

این تحقیق از نوع نیمه تجربی، با هدف بنیادی بود.

نمونه‌های پژوهش

از بین ۱۳۰ کودک پسر ۱۲ - ۷ سال، ۶۰ کودک سالم (از لحاظ جسمانی و روانی) و با دید طبیعی انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان در شش گروه ده نفری (۷ تا ۱۲ سال) تقسیم و رضایت‌نامه شرکت در تحقیق توسط والدین آن‌ها

تکمیل شد. شرکت‌کنندگان هیچ گونه آشنایی قبلی با ابزار استفاده شده برای انجام آزمایش مورد نظر نداشتند.

روش اجرای پژوهش

جهت اجرای آزمون، شرکت‌کنندگان روی صندلی قابل تنظیم نشستند، ساعدهای خود را روی میزی که جلوی آن‌ها قرار داشت، گذاشتند و دو دستگیره متصل به ابزار هماهنگی دو دستی را با دو دست خود گرفته (برای جلوگیری از حرکت ابزار هنگام اجرای تحقیق، ابزار را با چسب دو طرفه روی میز محکم شد و به آزمودنی‌ها گفته شد که تا حد امکان از حرکات اضافی ساعد و بازوی خود جلوگیری کنند) و الگوی برون‌مرحله با فاز نسبی ۱۸۰ درجه را اجرا می‌کردند (شکل ۱ و ۲). هم‌زمان با افزایش فرکانس (افزایش سرعت از طریق مترونوم با گذاشتن هدفون شنیده شد و آزمون‌گر به شرکت‌کنندگان آموزش داد که حرکات ریتمیک اکستنشن و فلکشن دست خود را با تکانه‌های مترونوم تنظیم کنند)، شرکت‌کنندگان باید الگوی مورد نظر را حفظ می‌کردند تا زمانی که انتقال الگو از الگوی برون‌مرحله به الگوی درون‌مرحله با فاز نسبی صفر درجه صورت گیرد. شرکت‌کنندگان الگوی برون‌مرحله را با فرکانس ۱ هرتز شروع کردند و هر پنج ثانیه ۵۰ صدم هرتز بر سرعت فرکانس افزوده می‌شد (فرکانس نهایی حرکت ۵ هرتز تعیین شده بود) تا زمانی که تغییر الگو از الگوی برون‌مرحله به الگوی درون‌مرحله (فاز نسبی ۰ درجه) حاصل شود. انتقال حرکت از الگوی برون‌مرحله به الگوی درون‌مرحله، زمان انتقال فاز نسبی نامیده می‌شود (زمانی است که افزایش فرکانس سرعت باعث اختلال در الگوی برون‌مرحله هماهنگی دو دستی شده و الگوی برون‌مرحله به الگوی درون‌مرحله تغییر می‌یابد. (۹، ۱۱). شرکت‌کنندگان الگوی فاز نسبی را در سه حالت اجرا کردند؛ وضعیت حسی طبیعی (بینایی طبیعی + حس عمقی طبیعی)، (بدون بینایی + حس عمقی طبیعی)، برای دستکاری حس بینایی چشم‌بند روی چشم شرکت‌کنندگان گذاشته شد و (بینایی طبیعی و سوگیری حس عمقی)، برای سوگیری حس عمقی از دستگاه لرزاننده‌ی تاندون استفاده شد. سرعت حرکت نیز افزایشی بود. هم‌چنین برای جلوگیری از یادگیری احتمالی، نام آیتم‌های مختلف در چند برگه نوشته شده و داخل بطری انداخته شد و از شرکت‌کنندگان خواسته شد به طور تصادفی آن‌ها را بردارند سپس به همان ترتیب اجرا شد.

در این مطالعه، زمان انتقال اجرای هر آزمودنی محاسبه می‌شد. ابتدا موج‌های هر دو دست نرمال می شود (یعنی نقاط اکسترمم پیدا شده و T (دوره تناوب) و یا فرکانس (یک به روی T) برای هر بازه زمانی محاسبه می‌شود. پیش از این عمل یک Low pas filter اعمال می‌شود تا اکسترمم‌های نویزی بسیار نزدیک به هم حذف شوند. فرکانس بزرگ‌تر از حداکثر فرکانس اجرایی (Final frequency) برای این فیلتر باید انتخاب شود. سپس اختلاف فاز دو دست با یکدیگر براساس فاصله این نقاط اکسترمم از هم پیدا می‌شود (اختلاف زمان دو نقطه اکسترمم نسبت به دوره تناوب، ضرب در دو پی):

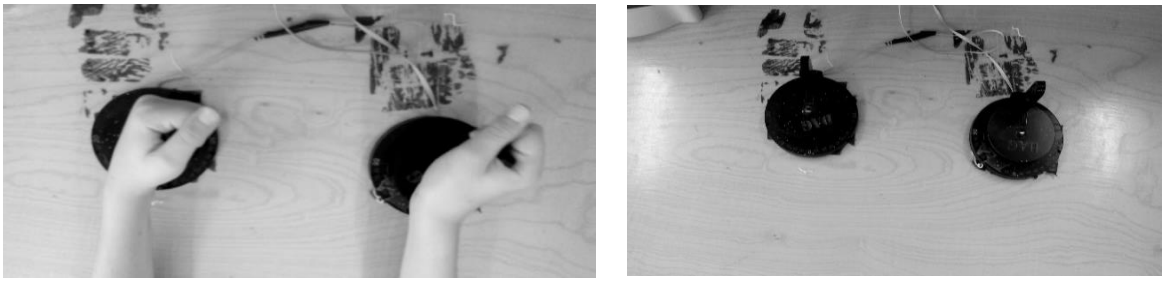
$$\Delta phase = 2\pi\Delta/tT, -T/2 < \Delta t < T/2$$

سپس با استفاده از نرم‌افزار متلب (نسخه ۲۰۱۶)، برنامه‌ای برای محاسبه زمان انتقال فاز نسبی و تبدیل کردن داده‌های خام به داده‌های قابل استفاده طراحی شد.

ابزار اندازه‌گیری

ابزار این پژوهش، دستگاه هماهنگی دو دستی ساخت موسسه‌ی فرهنگی- ورزشی پدیدار فردا مرکز رشد و فناوری دانشگاه شهید بهشتی تهران بود که برای اندازه‌گیری

اطلاعات جنبشی حرکات (میانگین فاز نسبی و انحراف معیار فاز نسبی) استفاده شد (شکل ۱). ابزار مذکور دو بخش نرم‌افزاری و سخت‌افزاری دارد. بخش سخت‌افزاری آن در برگیرنده یک سطح درجه بندی از ۹۰ تا ۹۰+ بدون احتساب علامت منفی برای اجرای الگوی درون‌مرحله و با احتساب علامت منفی در الگوی برون‌مرحله مچ دو دست است. اجزاء ابزار هماهنگی شامل دسته‌هایی به ارتفاع ۱۲/۵ سانتی‌متر و قطر سه سانتی‌متر به صورت مستقل به دستگاه هماهنگی دو دستی خطی وصل شده است که به صورت افقی می‌لغزد. فرکانس نمونه‌گیری ابزار هماهنگی دو دستی ۱۵۰ هرتز است. دستکاری حس عمقی دوسویه با دستگاه لرزش تاندون ساخت موسسه‌ی فرهنگی ورزشی پدیدار امید فردا مرکز رشد و فناوری دانشگاه شهید بهشتی، برای دستکاری حس عمقی و ایجاد لرزش در تاندون خم‌کننده مچ دست که به وسیله مچ‌بند به طور هم‌زمان به هر دو مچ شرکت‌کنندگان وصل شد. این ابزار دارای قابلیت جابجایی دقیق سر لرزاننده‌های روی تاندون به وسیله تعیین محل ایجاد ابهام حسی (دستکاری حسی) است. اجزاء ابزار شامل صفحات موتور و موتورهای لرزاننده‌ی کوچک با اندازه‌های (۰/۵۹*۱/۱۵ * ۰/۷۹)، با میزان اجرای ۱۵۰ هرتز، میله متصل به موتور آهن‌ربا ثابت DC و ترکیب تحریک‌کننده برای لرزش است. مترونوم شنیداری اطلاعات گام‌به‌گام اجرای الگوی هماهنگی را فراهم می‌کرد. شرکت‌کنندگان صدای مترونوم را به وسیله هدفونی که در گوش آن‌ها قرار داده شده بود می‌شنیدند. چشم‌بند نیز برای دستکاری حس بینایی استفاده شد.



شکل ۱. دستگاه هماهنگی دو دستی و تصویر شروع تست با فاز نسبی ۱۸۰ درجه

تحلیل آماری

از تحلیل واریانس (۶ "شش گروه سنی" ×"سه وضعیت حسی" ۳) و از آزمون تعقیبی بونفرونی برای یافتن محل تفاوت‌ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نسخه SPSS ۲۲ انجام و سطح معنی‌داری ($\alpha \leq ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

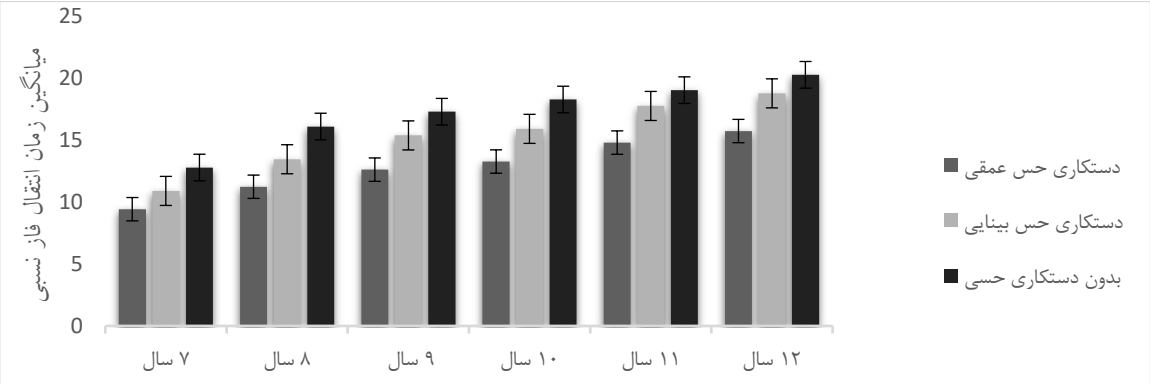
نتایج

در جدول ۱، میانگین و انحراف استاندارد مربوط به زمان انتقال فاز نسبی کودکان حین دستکاری حسی آورده شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مربوط به زمان انتقال فاز نسبی کودکان

شاخص‌های توصیفی سن	وضعیت‌های آزمایشی	میانگین	انحراف استاندارد
کودکان هفت سال	بینایی و حس عمقی طبیعی	۱۲/۸۶۰	۱/۱۰۷
	دستکاری حس بینایی	۱۰/۸۹۶	۱/۸۲۵
	دستکاری حس عمقی	۹/۴۲۱	۱/۸۲۳
کودکان هشت سال	بینایی و حس عمقی طبیعی	۱۶/۰۹۲	۱/۰۹۴
	دستکاری حس بینایی	۱۳/۴۵۱	۲/۰۰۱
	دستکاری حس عمقی	۱۱/۰۳۴	۳/۰۶۴
کودکان نه سال	بینایی و حس عمقی طبیعی	۱۷/۲۷۹	۱/۳۵۸
	دستکاری حس بینایی	۱۴/۸۷۰	۱/۸۱۹
	دستکاری حس عمقی	۱۲/۴۳۹	۲/۸۷۸
کودکان ده سال	بینایی و حس عمقی طبیعی	۱۸/۲۷۱	۲/۴۵۹
	دستکاری حس بینایی	۱۵/۳۰۸	۲/۰۹۵
	دستکاری حس عمقی	۱۳/۱۶۳	۲/۲۸۷
کودکان یازده سال	بینایی و حس عمقی طبیعی	۱۹/۰۲۵	۱/۵۹۸
	دستکاری حس بینایی	۱۷/۷۵۳	۲/۳۱۸
	دستکاری حس عمقی	۱۴/۴۴۰	۲/۷۵۵
کودکان دوازده سال	بینایی و حس عمقی طبیعی	۲۰/۲۶۷	۳/۴۷۵
	دستکاری حس بینایی	۱۷/۹۴۴	۳/۷۰۰
	دستکاری حس عمقی	۱۵/۱۸۲	۱/۸۷۱

شکل ۲، میانگین زمان انتقال فاز نسبی در شرایط حسی مختلف در شش گروه سنی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. میانگین زمان انتقال فاز نسبی در چهار وضعیت حسی در سنین ۷ تا ۱۲ سال

همان‌طور که در نمودار بالا نشان داده شده است، در تمامی وضعیت‌ها زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی در کودکان بزرگ‌تر، نسبت به کودکان کوچک‌تر بیش‌تر است. هم‌چنین در همه سنین، هنگامی که حس عمقی دستکاری شد، پایین‌ترین زمان انتقال و هنگام عدم دستکاری حسی بالاترین زمان انتقال مشاهده شد.

برای بررسی اثر افزایش سن بر زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی در وضعیت حسی طبیعی (بینایی طبیعی و حس عمقی طبیعی) از آزمون تحلیل واریانس یک سویه استفاده شد.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی اثر افزایش سن در وضعیت حسی طبیعی

شاخص‌های آماری / منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری	مجذور اتای سهمی
عامل بین‌گروهی (سن)	۳۳۸/۹۴۹	۵	۶۷/۷۹۰	۱۶/۳۰۰	۰/۰۰۱	۰/۶۰۱
خطای (سن)	۲۲۴/۵۸۵	۵۴	۴/۱۵۹			

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است اثر اصلی سن در بین گروه‌ها معنی‌دار بود. بدین معنی که افرایش سن، بر لحظه زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی تأثیر معنی‌داری داشت. برای بررسی محل اختلاف از آزمون بونفرونی استفاده شد.

جدول ۳. نتایج مقایسه دو به دو سن با آزمون تعقیبی بونفرونی

شاخص‌های آماری / منبع تغییرات	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	معنی‌داری
۷ و ۸ سال	۲/۶۰۳	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۷ و ۹ سال	۳/۹۷۲	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۷ و ۱۰ سال	۴/۵۶۵	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۷ و ۱۱ سال	۶/۰۸۵	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۷ و ۱۲ سال	۶/۸۰۰	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۸ و ۹ سال	۱/۳۷۰	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۸ و ۱۰ سال	۱/۹۶۲	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۸ و ۱۱ سال	۳/۴۸۳	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۸ و ۱۲ سال	۴/۱۹۸	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۹ و ۱۰ سال	۱/۵۹۲	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۹ و ۱۱ سال	۲/۱۱۳	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۹ و ۱۲ سال	۲/۸۲۵	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱

۱۰ و ۱۱	۱/۵۲۰	۰/۴۸۳	۰/۰۴۰
۱۰ و ۱۲	۲/۲۳۶	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱
۱۱ و ۱۲	۱/۷۱۵	۰/۴۸۳	۰/۰۰۱

با توجه به جدول فوق بیش‌ترین اختلاف میانگین مربوط به کودکان ۷ و ۱۲ سال است (۶/۸۰۰ = اختلاف میانگین). یعنی با افزایش سن زمان انتقال فاز نسبی بدون دستکاری حس بینایی و حس عمقی به تدریج بالا رفت.

برای بررسی افزایش سن بر زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی در وضعیت دستکاری حس بینایی با حس عمقی طبیعی از آزمون تحلیل واریانس یک سویه استفاده شد.

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک سویه در وضعیت دستکاری حس بینایی و حس عمقی طبیعی

شاخص‌های آماری / منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتای سهمی
اثر حس بینایی	۱۵۳/۴۹۹	۱	۱۵۳/۴۹۹	۳۳/۴۷۳	۰/۰۰۱	/۳۸۳
اثر تعاملی سن و حس بینایی	۸/۶۴۶	۵	۱/۷۲۹	۰/۳۷۷	۰/۸۶۲	۰/۰۳۴
خطا (حواس)	۲۴۷/۶۲۸	۵۴	۴/۵۶۸			
اثر سن	۶۸۶/۲۲۱	۵	۱۳۷/۲۴۴	۲۶/۱۰۰	۰/۰۰۱	۰/۷۰۷
خطا (سن)	۲۸۳/۹۵۵	۵۴	۵/۲۵۸			

با توجه به جدول فوق اثر اصلی بینایی و گروه معنی‌دار بود ولی دستکاری حس بینایی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در بین سنین مختلف نداشت.

برای بررسی اثر دستکاری حس عمقی بر زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی از آزمون تحلیل واریانس یک سویه استفاده شد.

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک سویه در وضعیت دستکاری حس عمقی و بینایی طبیعی

شاخص های آماری / منبع تغییرات	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتای سهمی
اثر حس عمقی	۶۵۸/۷۱	۱	۶۵۸/۷۱	۱۲۲/۲۶	۰/۰۰۱	۰/۶۹
اثر تعاملی سن و حس عمقی	۱۰/۳۲	۵	۲/۰۶	۰/۳۸	۰/۸۵۸	۰/۰۳
خطا (حواس)	۲۹۰/۹۴	۵۴	۵/۳۸			
اثر سن	۵۵۸/۱۵	۵	۱۱۱/۶۳	۲۲/۳۵	۰/۰۰۱	۰/۶۷
خطا (سن)	۲۶۹/۶۰	۵۴	۴/۹۹			

با توجه به جدول فوق اثر اصلی حس عمقی و گروه معنی‌دار بود ولی دستکاری اطلاعات حس عمقی از لحاظ آماری بین سنین مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت.

بحث و نتیجه گیری

هدف از اجرای پژوهش حاضر بررسی تأثیر دستکاری حس بینایی و حس عمقی در سنین مختلف کودکی برزمان انتقال فاز نسبی تکلیف هماهنگی دو دستی بود. نتایج حاصل از فرضیه اول نشان داد که افزایش سن بر زمان انتقال فاز نسبی الگوی هماهنگی دو دستی در وضعیت حسی طبیعی اثرگذار بود. نتایج به دست آمده از این فرض موافق با تحقیق دی‌بوئر و همکاران و ولمان و همکاران بود (۱۲). دی‌بوئر و همکاران، هماهنگی دو دستی کودکان ۶ تا ۱۵ را با تاکید بر رشد و ثبات الگوی هماهنگی دو دستی بررسی کردند. ثبات هماهنگی به وسیله تغییرپذیری فاز نسبی و زمان فرکانس بحرانی (برای مثال، وقتی فرکانس حرکت افزایش می‌یافت ثبات حرکت کاهش می‌یافت)، اندازه‌گیری شد. نتیجه پژوهش مذکور نشان داد که با افزایش سن، تغییرپذیری فاز نسبی کاهش و زمان فرکانس بحرانی افزایش یافت. ولمان و همکاران، نقش افزایش سن و تمرین در ثبات الگوی هماهنگی دو دستی در کودکان ۶ تا ۱۲ سال سالم و دچار اختلال هماهنگی بررسی کردند. آن‌ها از کودکان خواستند به صورت برون‌مرحله با انگشتان خود به سطحی ضربه بزنند و هم‌زمان با ضربه زدن، فرکانس حرکت افزایش می‌یافت. نتایج نشان داد که با افزایش سن، تغییرپذیری فاز نسبی کاهش و زمان فرکانس بحرانی افزایش یافت؛ کودکان دچار اختلال هماهنگی در همه سنین نسبت به کودکان سالم فرکانس بحرانی کم‌تری داشتند و عنوان گردید تمرین نسبت به تغییرات رشدی در ثبات هماهنگی دو دستی تأثیرگذارتر بود (۱۱). در تحقیق دی‌بوئر و همکاران، افزایش زمان انتقال فرکانس بحرانی (کاهش در خطای فاز نسبی یا طولانی‌تر شدن رخ دادن خطا) ممکن است به این دلیل باشدکه قسمت خلفی جسم پینه‌ای (در جفت‌شدگی فضایی دخالت دارد) زودتر از قسمت قدامی جسم پینه‌ای (در جفت‌شدگی زمانی دخالت دارد) رشد کرده و به بالیدگی می‌رسد و فرد ابتدا در حرکات جفت‌شدگی فضایی سپس در حرکات جفت‌شدگی

زمانی بهبود می‌یابد، یا ممکن است به استفاده از اطلاعات آورانی مربوط باشد که با افزایش سن بهبود می‌یابد. تحقیقات نشان داد تولید حرکات دو دستی برای یکپارچگی به ارتباط درون نیمکره‌ای توسط جسم پینه‌ای که اصلی‌ترین برقرارکننده ارتباط بین نیم‌کره‌های مغز است، بستگی دارد (۲،۱۰). برای موفقیت حرکات هماهنگی دو دستی، باید اطلاعاتی بین نیم‌کره‌های مغز رد و بدل شوند (۱۳،۱۹). غلاف‌های میلین اطراف تارهای جسم پینه‌ای می‌توانند انتقال سریع و هماهنگ اطلاعات را سبب شوند که در طی رشد دوران کودکی با بالیده‌تر شدن غلاف این میلین‌ها سرعت ارتباط درون نیم‌کره‌ای افزایش می‌یابد (۵،۱۳). بنابراین هماهنگی ریتمیک دو دستی با رشد سیستم عصبی و رشد حرکتی در ارتباط است به طوری که گفته شده است با افزایش سن و رشد سیستم‌های مختلف بدن تا دوران نوجوانی و جوانی (دو دهه اول زندگی)، حجم و یکپارچگی جسم پینه‌ای افزایش می‌یابد و منجر به هماهنگی بهتر در افراد می‌شود.

دستکاری حس بینایی با استفاده از چشم‌بند بر زمان انتقال الگوی هماهنگی دو دستی بدون در نظر گرفتن عامل سن اثر داشت که با تحقیق عابدان‌زاده و همکاران و سوینن و همکاران موافق و با تحقیق روچ و همکاران و تحقیق گریلو و همکاران مخالف بود. دلیل تفاوت بین نتایج پژوهش حاضر با تحقیق سوینن و همکاران این بود که شرکت‌کنندگان پژوهش سوینن و همکاران بزرگسالان سالم و بزرگسالان مبتلا به پارکینسون بودند که از آن‌ها خواسته شد یک مثلث را در ۲۲ کوشش ردیابی(ترسیم) کنند. مترونوم شنیداری برای ایجاد آهنگ حرکت به کار گرفته شده بود. بینایی در ابتدای کوشش‌های تمرینی در دسترس بود اما دو کوشش ۱۰ و ۱۸ بدون بینایی انجام شد. در شرایط بدون بینایی شرکت‌کنندگان دارای پارکینسون ترسیم آهسته تری در مقایسه با افراد سالم داشتند؛ هم‌چنین افراد مبتلا به پارکینسون حتی با انجام دادن تمرینات هرگز نتوانستند به سطح افراد سالم برسند. گریلو و همکاران، نقش حس بینایی و شنوایی در حرکات هماهنگی دو دستی را بررسی کردند. در پژوهش مذکور تأثیر دستکاری حس بینایی بر زمانبندی هماهنگی ریتمیک دو دستی، الگوی درون مرحله و برون مرحله، در یک تکلیف خطی بررسی شد. حس بینایی به وسیله خاموش کردن چراغ‌های اتاق آزمایش و حس شنوایی توسط هدفون دستکاری گردید. شرکت‌کنندگان باید الگوی درون مرحله و برون مرحله هماهنگی دو دستی را بدون حس بینایی و شنوایی اجرا می‌کردند و هم‌زمان با اجرای این الگوها فرکانس حرکت افزایش می‌یافت. نتایج نشان داد که افزایش سرعت، تأثیر مشخصی در اجرای الگوی برون مرحله داشت (تبدیل شدن الگوی برون مرحله به الگوی درون مرحله با افزیش سرعت)، اما بر الگوی درون مرحله اثر مشخصی نداشت. در این تحقیق با افزایش سرعت، تکلیف هماهنگی دو دستی تحت تأثیر وجود یا عدم و جودحس بینایی قرار نگرفت. نتایج تحقیق روچ و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که دستکاری بینایی تغییری در عملکرد ضربه زدن در هیچ کدام از گروه‌ها ایجاد نکرد. در بررسی تفاوت نتایج پژوهش روچ و همکاران با پژوهش حاضر می‌توان به تفاوت در شیوه اجرای دو پژوهش توجه داشت (۱۴). در مطالعه روچ و همکاران، تکلیف ضربه زدن با انگشتان سبابه هر دو دست[۴] به صورت متناوب بود و شرکت‌کنندگان باید ضربات خود را با شنیدن صدای استایل پلاستیکی که روی انگشت شستشان قرار داشت هماهنگ می‌کردند، ولی در مطالعه حاضر تکلیف خم کردن و باز کردن مچ دست بود و شرکت‌کننده ضربات خود را با مترونوم شنیداری با هدفونی که در گوش فرد قرار داشت، هماهنگ می‌کرد. هم‌چنین در پژوهش حاضر دستکاری بینایی از طریق چشم‌بند مسدود شده بود اما در مطالعه گریلو و همکاران، حس بینایی با خاموش کردن چراغ اتاق آزمایش دستکاری

شده بود و به نوعی می‌توان گفت در تحقیق گریلو و همکاران بینایی در دسترس بود. تفاوت دیگر ممکن است به دلیل اختلاف در دامنه حرکتی دست‌ها در دو تحقیق باشد. تحقیق حاضر، یک تکلیف هماهنگی دو دستی با نوسان و باز شدن مچ دست با دامنه حرکتی کم‌تری بود و به نوعی دست‌ها هنگام اجرای الگوی هماهنگی دو دستی در مرکز بینایی قرار داشتند، در حالی که روش اجرا در تحقیق گریلو و همکاران تکلیف خطی با دامنه حرکتی بیش‌تر مچ دست بود. شاید دامنه حرکتی بیش‌تر دست‌ها در تحقیق گریلو و همکاران، باعث شده که دست‌ها بیرون از مرکز بینایی قرار بگیرند؛ به گونه‌ای که ممکن است در دسترس بودن و نبودن حس بینایی در تحقیق گریلو و همکاران تفاوتی نداشته باشد (۸). دستکاری حس عمقی با استفاده از دستگاه لرزاننده‌ی تاندون بر زمان انتقال الگوی هماهنگی دو دستی بدون در نظر گرفتن عامل سن اثر داشت. به عبارتی دیگر استفاده از دستگاه لرزاننده تاندون سبب اختلال در اجرای الگوی هماهنگی دو دستی شده و باعث کاهش دامنه حرکتی دست و کاهش زمان انتقال الگوی هماهنگی شد که همسو با پژوهش گابل و همکاران، تحقیق عابدان‌زاده و همکاران و باچانان و همکاران بود (۱۶،۲۰،۲۱). هم‌چنین نتایج تحقیق حاضر با تحقیق استییرز و همکاران، مخالف بود (۱۸). آن‌ها پیشنهاد کردند که اثرات لرزش در طول حرکات فعال بازو در سرعت بالا از بین می‌رود که مخالف با تحقیق حاضر است. اثرات لرزش تاندون حتی در سرعت بالا مشاهده شد که نشان دهنده اثرگذاری حس عمقی حتی در حرکات سریع بر زمان انتقال الگوی هماهنگی دو دستی بود. با افزایش سن در دوره کودکی و نوجوانی، حس عمقی بالیده‌تر شده و قدرت پردازش‌های حسی- حرکتی، شامل افزایش تحمل فیبرهای میلین و قدرتمند شدن سیناپس‌ها بیش‌تر می‌شود (۲۲،۲۳،۲۴). از آن‌جایی که کودکان برای اجرای الگوی هماهنگی دو دستی به صورت برون‌مرحله، هنگام در اختیار داشتن بازخورد حسی از گیرنده‌های بینایی و حس عمقی بهتر عمل کردند، پیشنهاد می‌شود که کودکان هنگام اجرای تکالیف هماهنگی دو دستی برای انجام موفقیت‌آمیز و هماهنگ کردن اندام خود از محرک‌های بینایی و حس عمقی استفاده نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمام کودکان و خانواده های‌شان که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند و نیز از دانشگاه شهید بهشتی برای حمایت‌های ابزاری و وسایل آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌گردد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Spenser
[2] Semjen
[3] Swinnen
[4] Tapping

منابع

1. Volman M. Spatial coupling in children with hemiplegic cerebral palsy during bimanual circle and line drawing. human kinetics jouranl. 2005; (9)4: 395-416.

2. Parker H. Children's motor rhythm and timing: a dynamical approach. Advances in psychology. 1992;84:163-94.

3. Boisgontier MP, Van Halewyck F, Corporaal SH ,Willacker L, Van Den Bergh V, Beets IA. Vision of the active limb impairs bimanual motor tracking in young and older adults. Frontiers in aging neuroscience. 2014; 6: 320.

90-102.
4. Salter JE, Wishart LR, Lee TD, Simon D. Perceptual and motor contributions to bimanual coordination. Neuroscience letters. 2004;363(2):102-7.
5. Swinnen SP, Steyvers M, Van Den Bergh L, Stelmach GE. Motor learning and Parkinson's disease: refinement of within-limb and between-limb coordination as a result of practice. Behavioural brain research. 2000;111(1):45-59.
6. Haken H, Kelso JS, Bunz H. A theoretical model of phase transitions in human hand movements. Biological cybernetics. 1985;51(5):347-56.
7. Kelso J. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination . American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 1984;246(6): 101-130.
8. Grillo EU, Almeida Q, Lee TD, Abbott KV. Do vision and audition influence bimanual timing coordination for in-phase and anti-phase patterns in a linear slide task? The Open Sports Sciences Journal. 2010;3:105. 37-53.
9. Solesio-Jofre E, Serbruyns L, Woolley DG, Mantini D, Beets IA, Swinnen SP. Aging effects on the resting state motor network and interlimb coordination. Human brain mapping. 2014;35(8): 61-945.
10. Kiyama S, Kunimi M, Iidaka T, Nakai T. Distant functional connectivity for bimanual finger coordination declines with aging: an fMRI and SEM exploration. Frontiers in human neuroscience. 2014; 8: 251.102-221
11. Volman MJM. Rhythmic coordination dynamics in children with and without a developmental coordination disorder: Doctoral Dissertations. University Library Groningen. 1997.
12. de Boer BJ, Peper CE, Beek PJ. Development of temporal and spatial bimanual coordination during childhood. Motor control. 2012;16(4):537-59.
13. Muetzel RL, Collins PF, Mueller BA, Schissel AM, Lim KO, Luciana M. The development of corpus callosum microstructure and associations with bimanual task performance in healthy adolescents. Neuroimage. 2008;39(4):1918-25.
14. Roche R, Wilms-Floet AM, Clark JE, Whitall J. Auditory and visual information do not affect self-paced bilateral finger tapping in children with DCD. Human movement science. 2011;30(3): 71-658.
15. Gbedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Rajapakse JC, Vaituzis AC, Liu H, Berry YC, M Tobin, J Nelson J, Castellanos F.X . Development of the human corpus callosum during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry.1999; 23(4): 88-571.
16. Abedanzadeh R, Abdoli B, Farsi A. The Effect of Sensory Information on the Transition of the Relative Phase in Bimanual Coordination Task. International Journal of Sport Studies.2015; 5 (3): 287-295
17. Buchanan JJ, Ryu YU. The interaction of tactile information and movement amplitude in a multijoint bimanual circle-tracing task: Phase transitions and loss of stability. The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A. 2005;58(5):769-87.
18. Steers WD, Lee K-S. Depression and incontinence. World Journal of urology. 2001;19(5):7-351.
19. Deoni SC, Mercure E, Blasi A, Gasston D, Thomson A, Johnson M. Williams SCR , Murphy DGM. Mapping infant brain myelination with

magnetic resonance imaging. Journal of Neuroscience. 2011;31(2):784-91.
20. Buchanan JJ RY. The interaction of tactile information and movement amplitude in a multijoint bimanual circle-tracing task: Phase transitions and loss of stability. the quarterly journal of experimental psychology. 2005;58A (5): 769–787.
21. Goble DJ, Lewis CA, Hurvitz EA, Brown SH. Development of upper limb proprioceptive accuracy in children and adolescents. Human movement science. 2005;24(2):155-70.
22. Nudo R. Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. Journal of Rehabilitation Medicine-Supplements. 2003;41:7-10.
23. Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, J L. Rapoport, A C. Evans. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. neuroscience. 1999;283(5409):1908-11.
24. Giedd JN, Rumsey JM, Castellanos FX, Rajapakse JC, Kaysen D, Vaituzis AC, Vauss YC, Hamburger SD, Rapoport JL. A quantitative MRI study of the corpus callosum in children and adolescents. Developmental Brain Research. 1996;91(2):274-80.

روان‌شناسی ورزش

Shahid Beheshti University

Biquarterly Journal of Sport Psychology

Autumn & winter 2021/No. 2/ Vol. 5/ Pages 43-56

The effect of manipulation of vision and proprioceptive senses in different ages of childhood on the transition time of the relative phase in bimanual coordination task

Mahin aghdaei*, behrouz abdoli, seyyed morteza divjan

Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Received: 06/11/2018 Revised: 29/11/2019 Accepted: 15/12/2019

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of manipulation of vision and proprioceptive senses in different ages of childhood on the transition time of the relative phase in bimanual coordination task.

Methods: 60 children, right-handed, 7-12 aged, with normal vision participated in this study. randomly selected and studied in 6 experimental groups (each group 10 subjects) in 7,8,9,10,11,12 group ages. Participants were seated on adjustable chairs and producing coordination movements with relative phase of 180 degrees and started at 1 Hz frequency that was increased by 0.50 Hz steps in every 5 seconds up to a final movement frequency of 5 Hz. Participants produced the relative phase pattern under different sensory conditions such as with visual and proprioception sense, no vision with proprioception sense, with vision and disorder in biased proprioception. To test the effect of age on the relative phase used to one-way ANOVA, to test the impact of the various senses of all ages on the relative phase used to analysis of variance (ANOVA) 6×4 with repeated measures in the significance level (α≤0/05), to test the impact of manipulating each of the senses, vision and proprioception on the relative phase used to analysis of variance (ANOVA) with repeated measures 6×2 in the significance level (α≤0/05).

Results: The results showed that with increasing age at a significance level (α≤0/05), the transition time of the relative phase increased and the difference between groups was significant (p=0/001). The results also showed that manipulating of proprioceptive and visual senses at a significance level (α≤0/05), was effective on the transition time of the relative (p=0/001).

Conclusion: The finding of this study supported the dynamic system based on the self-organization of the system with inducing the velocity parameter that phase transit the out phase to in phase.

Keywords: in-phase pattern, out-phase pattern, relative phase

* Corresponding author: Mahin Aghdaei, Tel: 021-29902948, E-mail: M-Aghdaei@sbu.ac.ir