اثر یکپارچگی بینایی- شنوایی بر دقت اجرا و یادگیری یک تکلیف حرکتی

حسام رمضان زاده[1]، بهروز عبدلی[2]، علیرضا فارسی[2]، محمد علی سنجری[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بینایی تنها حس فراهم‌کننده اطلاعات برای درک الگوی حرکت نیست. شنوایی کانال ادراکی مناسب دیگری برای جمع‌آوری اطلاعات درباره الگوی حرکت است.از این رو تحقیق حاضر به بررسی اثر یکپارچگی بینایی- شنوایی بر دقت اجرا و یادگیری تکلیف می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: ۳۰ دانشجوی دوره کارشناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران به طور در دسترس انتخاب شدند. افراد به طور تصادفی در سه گروه بینایی، بینایی- شنوایی (تک‌کانالی) و بینایی- شنوایی (دوکانالی) قرار گرفتند. افراد در گروه بینایی الگوی فرد ماهری را تماشا می‌کردند و در گروه‌های بینایی–شنوایی همزمان و علاوه بر الگوی بینایی، سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج (گروه دوم) و سرعت زاویه‌ای مفاصل آرنج و مچ (گروه سوم) را دریافت می‌کردند. آزمودنی‌ها ۴ جلسه ۴۰ کوششی تمرین کردند و در انتهای هر جلسه، آزمون اکتساب به عمل آمد. ۴۸ ساعت بعد، آزمون یادداری انجام گردید.برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های One-way ANOVA و Repeated measures ANOVA استفاده شد. تحلیل‌ها با نرم افزار SPSS و در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها: در آزمون اکتساب، گروه بینایی- شنوایی (تک‌کانالی) عملکرد بهتر معنی‌داری نسبت به گروه بینایی (P = ۰/۰۰۱) و بینایی- شنوایی (دوکانالی) (P =۰/۰۴۵) داشت. در آزمون یادداری، بین هر دو گروه بینایی- شنوایی (تک‌کانالی و دوکانالی) با گروه بینایی، تفاوت معنی‌داری به نفع گروه‌های دو حسی وجود داشت (به ترتیب، P = ۰/۰۰۲ و P = ۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق مطابق با فرضیه تناسب حسی است و بیان می‌کند که در تکلیف شوت جفت بسکتبال به دلیل سازگاری‌های زمانی خاص، حسی که بر ادراک در زمینه تکلیف مسلط است، حس شنوایی است که اگر همراه با بینایی ارایه شود نتایج سودمندی را به دنبال دارد. به طور کلی در این تحقیق اثر مثبت یکپارچگی بینایی- شنوایی بر عملکرد و یادگیری شوت جفت بسکتبال تأیید شد.

کلید واژه‌ها: یکپارچگی بینایی- شنوایی، سانیفیکیشن، الگودهی

ارجاع: رمضان زاده حسام، عبدلی بهروز، فارسی علیرضا، سنجری محمد علی. **اثر یکپارچگی بینایی- شنوایی بر دقت اجرا و یادگیری یک تکلیف حرکتی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۴؛ ۱۱ (۱): ۱۰-۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۶

مقدمه

مطالعات در زمینه یادگیری و به ویژه یادگیری ادراکی، بر یادگیری محرک شامل یک بعد حسی منفرد تمرکز کرده است. با وجود این، تجربه ما در جهان، شامل محرک‌های چند حسی است (۱). در هنگام یادگیری یک مهارت بسته جدید در ورزش‌ها یا یادگیری مهارت‌های اساسی در بازتوانی حرکتی، مشاهده مهارت و بازتولید آن اجزاء کلیدی هستند. این پردازش‌ها تحت سلطه ادراک بینایی قرار دارند (۲). اما بینایی تنها حس فراهم‌کننده اطلاعات برای درک الگوی حرکت نیست.یکی از ادراکات اساسی انسان که بسیار مورد غفلت واقع شده است ادراک شنوایی است (۳)؛ زیرا در برخی از حیطه‌ها، به عنوان مثال در تشخیص‌های زمانی یا در یکپارچه کردن صداهای متوالی در یک ریتم، گوش‌ها دقیق‌تر از چشم‌ها هستند (۳). اطلاعات شنوایی نقش مهمی در جهت‌دهی و هماهنگی فعالیت‌های انسان بازی می‌کند (۵، ۴). از آنجا که زمانبندی دقیق حرکت در ورزش‌ها ضروری است، برتری تفکیک‌پذیری زمانی گوش‌ها نسبت به چشم‌ها بسیار سودمند است (۶). پارامترهای صدا معمولا در دو طبقه مجزای جنس و کینتیک و کینماتیک تقسیم‌بندی می‌شود که طبقه جنس شامل برخی از پارامترهای صدا شبیه آرایش‌های طیفی و اجزاء ناپایدار صدا (اصابت، تقویت، زوال)، هستند. طبقه کینتیک و کینماتیک شامل برخی از پارامترهای صدا از جمله دامنه و مدت زمان آن هستند که از طریق پارامترهای کینماتیک و دینامیک تعیین می‌شوند و به آن‌ها سانیفیکیشن (Sonification) گفته می‌شود (۸، ۷). به عنوان مثال برخی از متغیرهای کینماتیک از جمله جابه‌جایی یا سرعت

۱- دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه علوم پایه توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: حسام رمضان زاده
Email: hesam_ramezanzade@yahoo.com

به صورت کارکردی از صدا با ویژگی‌های مشخص ارایه شود.چنین صداهای ساختنی ویژه عمل، کینماتیک‌های شنیداری نامیده می‌شوند (۹). سانیفیکیشن معمولا برای کشف مقادیر وسیعی از داده‌ها، استفاده می‌شود (۱۱، ۱۰). استفاده از سانیفیکیشن برای بسیاری از محققان به عنوان یک تکنولوژی حمایتی برای افراد با آسیب‌های بینایی سودمند است(۱۲). در برخی موارد، به ویژه زمانی که درونداد در یک حس مبهم است، جزء مکمل (شنوایی) ممکن است برای تکمیل کردن کنترل توجهی ورای ابهام موجود در حس قبلی، کافی باشد (۱۳). بخش عظیمی از یافته‌های رفتاری بر روی یکپارچگی چند حسی می‌تواند توسط فرضیه تناسب حسی توجیه شود (۱۴). بر اساس این فرضیه، حسی که در ارتباط با تکلیف داده شده مناسب‌ترین یا معتبرترین است، حسی است که بر ادراک در زمینه آن تکلیف مسلط است. بینایی تفکیک‌پذیری فضایی بالاتری دارد از این رو در تکالیف فضایی و شنوایی تفکیک‌پذیری زمانی بالاتری دارد لذا در تکالیف زمانی مسلط است (۱۵). در زمینه کنترل و یادگیری حرکتی، اطلاعات شنوایی برای ارتقاء عملکرد سیستم ادراکی به ویژه هماهنگی‌های زمانی انسان به کار می‌رود. توانایی درک انحرافات کوچک در حرکت، از طریق ادراک شنوایی همراه با بینایی، نسبت به بینایی به تنهایی، افزایش می‌یابد (۱۶، ۱۷). با تحقیقات علم عصب شناختی بر روی سیستم سلول‌های آینه‌ای، کلید مکانیزم‌های بینایی شرکت‌کننده در یادگیری حرکتی، آشکار شده است. اما سلول‌های آینه‌ای تنها در حیطه بینایی درگیر نیستند. شواهد دیگر وجود دارد که سلول‌های آینه‌ای به دروندادهای شنوایی به اندازه درونداد بینایی، پاسخ می‌دهند (۱۸). بخشی از مهارت‌های تمایزگذاری شنوایی برجسته ممکن است بر اساس نرون‌های آینه‌ای شنوایی و بینایی– شنوایی باشد که یک سیستم «گوش دادن– عمل» را به عنوان بخشی از سیستم ادراکی تشکیل می‌دهد (۱۹) که نه تنها در طول شناسایی حرکت مورد استفاده قرار می‌گیرد بلکه در طول اجرا (بازتولید) حرکات متمایز نیز به کار برده می‌شوند (۲۰).تحقیق در زمینه ادراک زیستی نشان داده است که انسان‌ها می‌توانند حرکات خلاصه شده (نقاط روشن) خود و دیگران را تشخیص دهند (۲۱). اما اخیرا تحقیق بر روی ادراک زیستی حرکت، به دیگر حس‌هااز جمله شنوایی نیزگسترش یافته است(۹). تحقیقی اخیر نشان می‌دهد که استفاده از صداهای حرکت، برای بیان ساز و کارهای ادراک زیستی حرکت امکان پذیر است و شرکت‌کنندگان را قادر می‌سازد تا کیفیت و کمیت ویژگی‌های حرکات درشت بدن را ارزیابی کنند (۲۳، ۲۲). اما هنوز نامکشوف است که آیا الگوهای پیچیده حرکتی می‌توانند به تنهایی بر اساس سانیفیکیشن کینماتیک حرکت و بدون تجربه شنوایی مربوطه، تشخیص داده شوند یا خیر. تحقیقاتی که تا کنون در این زمینه انجام پذیرفته است بسیار محدود بوده و از سانیفیکیشن تنها به صورت بازخورد همزمان استفاده کرده‌اند. برخی از آن‌ها مانند تحقیق Chollet و همکاران، از سانیفیکیشن به تنهایی (بدون بینایی) استفاده کردند (۲۴). برخی دیگر از تحقیقات همچون تحقیق افنبرگ، سانیفیکیشن را همراه با نمایش بینایی به صورت بازخورد همزمان به افراد ارایه کرده‌اند(۲۵). بازخورد همزمان به دلیل ایجاد وابستگی به بازخورد در آزمودنی‌ها، اثر مخربی بر یادگیری دارد. به همین دلیل و نیزاز آنجا که اثر گذاری سانیفیکیشن حرکت به عنوان یک روش الگودهی (نشان دادن مهارت به افراد قبل از اجرای آن‌ها) بر یادگیری یک مهارت حرکتی تا کنون آزمون نشده است، تحقیق حاضر با استفاده از مهارت شوت جفت بسکتبال که مشخصه‌های فضایی و زمانی خاصی دارد، به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا نشان دادن مهارت به آزمودنی‌ها به صورت یک الگوی بینایی–شنوایی (سانیفیکیشن) تاثیری بر عملکرد آن‌ها دارد یا خیر؟درتحقیقات قبلی از آزمون یادداری که نشان‌دهنده پایداری در عملکرد افراداست استفاده نشده است لذا این تحقیق با اجرای این آزمون در جهت سنجش یادگیری افراد نیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

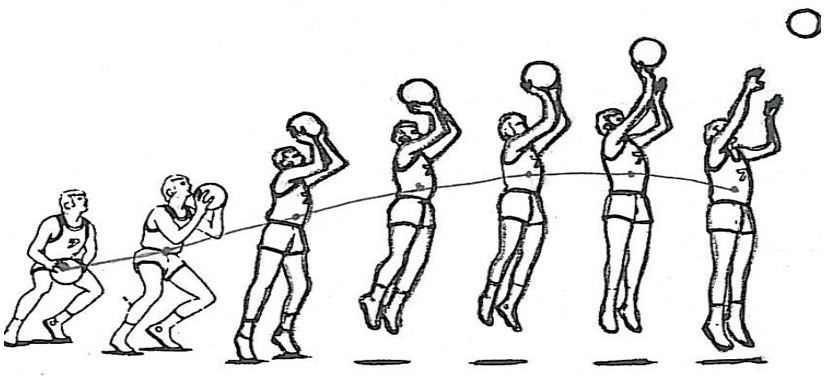
این پژوهش از نوع نیمه تجربی بود و نمونه آماریآن شامل ۳۰ دانشجوی دانشگاه شهید بهشتی تهران بودند که به صورت در دسترس انتخاب شدند. ملاک‌های ورود آزمودنی‌ها این بود که از نظر جسمانی سالم بوده و دچار اختلالات شناختی و حرکتی نباشند. از آنجا که اعضاء نمونه، دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی تهران بودند، از سطح سلامت جسمانی و شناختی نسبی برخوردار بودند. با این وجود برای اطمینان از عدم وجود اختلالات جسمانی و شناختی در اعضاء نمونه، از پرسشنامه سلامت عمومی Goldberg و Hiller (نسخه فارسی) استفاده شد. این پرسشنامه یکی از شناخته شده‌ترین ابزارهای غربالگری مربوط به سلامت جسمانی و روانی افراد است که روایی و پایایی نسخه انگلیسی آن توسط Goldberg و همکاران تایید و در پژوهش‌های بسیاری استفاده شده است (۲۶). تقوی روایی و پایایی این پرسشنامه را بر روی دانشجویان ایرانی تایید کرده است (۲۷). وی برای تأیید روایی از سه روش روایی همزمان، تحلیل عاملی و همبستگی خرده مقیاس‌ها با نمره کل استفاده کرده است. همچنینپایایی پرسشنامه با استفاده از سه روش دوباره سنجی، تنصیفی و ضریب Cronbach's alpha به ترتیب ۰/۷، ۰/۹۳ و ۰/۹۰ گزارش شده است (۲۷). در این پژوهش پایایی پرسشنامه با استفاده از ضریب Cronbach's alpha ۰/۸۶ به دست آمد. در این تحقیق مشابه با بسیاری از تحقیقات، از نقطه برش ۲۳ جهت تعیین سالم یا بیمار بودن افراد استفاده شد (۲۸). افرادی که امتیاز بالای ۲۳ به دست آوردند، بیمار محسوب شده و اجازه ورود به آزمون را نداشتند.از دیگر ملاک‌های ورود این بود که افرادمشکل بینایی و شنوایی نداشته و هیچ سابقه‌ای در رشته ورزشی بسکتبال نداشته باشند (مبتدی باشند). برای سنجش بینایی، از تست اسنلن استفاده شد. افرادی که از بینایی ۱۰/۱۰ برخوردار بودند، برای پژوهش انتخاب شدند.امتیاز غیر از امتیاز ۱۰/۱۰ برای ورود به تحقیق قابل قبول نبود. برای سنجش شنوایی، از نرم افزار غربالگری شنوایی (Audiometer screening) شرکت Starkeyکانادا استفاده شد. این نرم افزار یک ابزار غربالگری شنوایی در ۴ فرکانس ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز در دو گوش است. این نرم افزار در سه گام [پرسیدن سوال (۵ سوال)، کالیبره کردن و آزمون اصلی (پخش اصوات در چهار فرکانس)]، افراد را از نظر مشکل یا عدم مشکل شنوایی غربالگری می‌کند. افرادی که بر اساس نتایج حاصل از این آزمون، مشکل شنوایی نداشتند، برای پژوهش انتخاب شدند (اگر فردی حتی در یکی از چهار فرکانس موفق نبود، اجازه ورود به تحقیق را نداشت). علاوه بر این با استفاده از یک نرم افزار قابل نصب بر روی گوشی تلفن همراه (حمایت شده توسط سیستم اندروید)، دامنه فرکانس شنوایی افراد تعیین شد. این نرم افزار با پخش ۲۵ تون صدا (با فرکانس‌های مختلف)، حداقل و حداکثر فرکانس قابل شنیدن توسط فرد را تعیین می‌کند. میانگین حداقل فرکانس قابل شنیدن در آزمودنی‌ها ۳۸ هرتز و میانگین حداکثر فرکانس قابل شنیدن در آزمودنی‌ها، ۱۸۹۵۰ هرتز بود. در هر دو این دو آزمون، آزمودنی‌ها، در محیطی آرام و با استفاده از هدفون، صداها را شنیده و در مورد شنیدن صدا یا عدم شنیدن آن پاسخ می‌دادند.

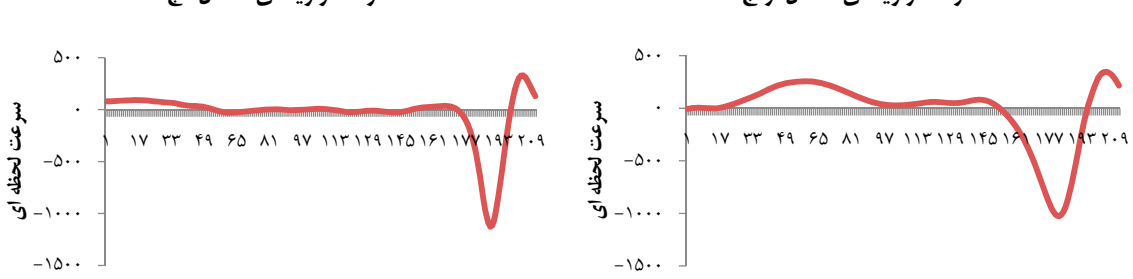
پس از این که آزمودنی‌ها بر اساس ملاک‌های ورود انتخاب شدند به طور کاملا تصادفی (اختصاص شماره به افراد و انتخاب شماره‌ها به صورت تصادفی) در سه گروه الگودهی بینایی، الگودهی بینایی- شنوایی (تک کانالی) و الگودهی بینایی- شنوایی (دوکانالی) قرار گرفتند. قبل از شروع کار آزمودنی‌های هر سه گروه رضایتنامه کتبی شرکت در تحقیق را تکمیل کردند. در این رضایتنامه قید شده بود که آزمودنی‌ها مختار هستند هر زمان که احساس کردند روند پژوهش با شرایط جسمانی و روانی آن‌ها سازگار نیست، از ادامه شرکت در آن انصراف دهند. در گروه اول (الگودهی بینایی)، آزمودنی‌ها الگوی فرد ماهری را مشاهده می‌کردند. در گروه دوم [الگودهی بینایی – شنوایی (تک کانالی)]، آزمودنی‌ها همزمان با تماشای الگوی ماهر، تنهاسرعت زاویه‌ای مفصل آرنج را نیز به صورت یک کارکرد از صدا(سانیفیکیشن) با ویژگی‌های مشخص دریافت می‌کردند. گروه سوم چالگودهی بینایی – شنوایی (دو کانالی)]، علاوه بر مشاهده الگوی ماهر، سرعت‌های زاویه ای مفاصل آرنج و مچ را نیز به طور همزمان به صورت یک کارکرد از صدا با ویژگی‌های مشخص دریافت می‌نمودند.

الگوی بینایی: برای الگوی بینایی از یک بازیکن بسکتبال که حداقل ۱۵ سال سابقه ورزشی در این رشته را داشت، استفاده شد. فیلم‌برداری توسط یک دوربین فیلم برداری Sony با کیفیت Full HD انجام شد. فیلم‌برداری از مقابل با زاویه ۲۰ درجه نسبت به صفحه فرونتالانجام گرفت. الگوی انتخاب شده به عنوان الگوی بینایی دارای سه ویژگی بود: ۱- منجر به امتیاز شده بود ۲- توسط خود الگوی ماهر تایید شد ۳- توسط دو بازیکن بسکتبال و دو مربی بسکتبال تایید شد. الگوی بینایی توسط یک ویدئو پروژکتور و بر روی دیواری که در مقابل فرد قرار داشت، ارایه می‌شد.

الگوی شنوایی:قبل از اجرای الگوی ماهر، مارکرهایی برای ثبت الگو بر روی مناطق مشخصی از دست، مچ، آرنج، بازو و شانه فرد نصب گردید و اطلاعات مربوط به الگو توسط دستگاه تحلیل حرکت (هشت دوربین) جمع آوری و توسط نرم افزار کورتکس تحلیل شد. در نهایت سرعت زاویه‌ای مفصل مچ و سرعت زاویه ای مفصل آرنج توسط محقق برای ایجاد الگوی شنوایی، مورد استفاده قرار گرفت. شکل ۱ سرعت‌های زاویه‌ای مفاصل آرنج و مچ دست را در ارتباط با الگو نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که انتخاب سرعت زاویه‌ای مفاصل آرنج و مچ ارایه الگوی شنوایی به دو دلیل بود: ۱- بر اساس مطالعه Rojas و همکاران که معتقد بودند الگوهای حرکتی این دو مفصل نقش اساسی در نتیجه نهایی و دستیابی به هدف خواهد داشت (۲۹) ۲- مشورت با دو مربی بسکتبال

به منظور سانیفای کردن (تبدیل شنیداری) داده‌های مربوط به سرعت زاویه‌ای مفاصل آرنج و مچ از نرم افزار Sonification Sandbox (نسخه ۶) استفاده گردید.این نرم افزار توسط والکر و کوتران در انستیتو تکنولوژی جورجیا (آزمایشگاه سانیفیکیشن) در آتلانتا آمریکا، طراحی و ساخته شده است. اعتبار این نرم افزار توسط خود این محققین تایید شده است (۳۰). این نرم افزار، یک ابزار منعطف و چند رسانه‌ای را فراهم می‌کند که اطلاعات را به گراف شنوایی توصیفی، تبدیل می‌کند (۳۰). پس از وارد کردن اطلاعات به نرم افزار، می‌توان مشخصات صوت از جمله زیر و بمی، طنین، حجم و پیوستگی صدا را تنظیم نمود. در این تحقیق، به منظور اطمینان از این که داده‌های خام درون دامنه صحیح قرار می‌گیرند، از ارزش‌های پیش فرض برای زیر و بمی صدا (min: note #56 (Ab) و max: note #113 (F))، حجم صدا (۱۰۰ درصد) و پیوستگی صدا (1° lef) استفاده شد (۲۸).





شکل ۱. نمودار سرعت زاویه‌ای آرنج و مچ مرتبط با مراحل مختلف الگوی اجرا

www.mui.ac.ir

در مورد مشخصه طنین، به منظور ایجاد تمایز قابل تشخیص بین اصوات تولید شده برای سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج و مچ از طنین Electric Clean Guitar برای آرنج و از طنین Vibraphone برای مچ استفاده گردید. خروجی این نرم افزار به صورت فرمت MIDI (فرمت سبکی که می‌تواند توسط اکثر سیستم عامل‌های چند رسانه‌ای کامپیوترها پخش شود) بود (۳۱). الگوهای شنوایی توسط دو اسپیکر Acron Speaker MS45 با دامنه فرکانس ۶۰ هرتز تا ۱۸۰۰۰ هرتز و مجهز به ساب ووفر، ارایه می‌شد.

الگوی بینایی – شنوایی: به منظور ایجاد الگوی بینایی – شنوایی از نرم‌افزار Arcsoft Showbiz استفاده گردید و الگوی شنیداری بر الگوی بینایی منطبق شد.

به علت دشوار بودن تکلیف (شوت جفت بسکتبال)، افراد می‌بایست ابتدا مهارت پرتاب آزاد بسکتبال را فرا بگیرند. لذا کل آزمودنی‌ها (۳۰ نفر) و نیز یک گروه ۱۵ نفره دیگر (از این گروه در یک مطالعه مجزا جهت تعیین تعداد کوشش‌های تمرینی جلسات اکتساب استفاده شد)، قبل از شروع جمع آوری داده‌ها، در یک دوره تمرینی ۴ جلسه‌ای (هر جلسه ۵۰ پرتاب آزاد بسکتبال) شرکت کردند. در ابتدای هر جلسه، الگوی پرتاب آزاد بسکتبال به آزمودنی‌ها نشان داده شد و از آن‌ها خواسته شد مشابه با الگو اجرا نمایند. همچنین دستورالعمل‌های مشابهی برای همه گروه‌ها توضیح داده شد. هدف از این دوره تمرینی این بود که افراد قبل از اجرای شوت جفت، با پرتاب آزاد بسکتبال آشنا شده و قادر به اجرای آن باشند.پس از اطمینان از این که افراد، پرتاب آزاد بسکتبال را فراگرفته‌اند، در مطالعه اصلی شرکت کردند.

به منظور تعیین تعداد کوشش‌های تمرینی در جلسات اکتساب مطالعه اصلی، در یک مطالعه مجزا، ۱۵ دانشجوی دانشگاه شهید بهشتی که در دوره تمرینی پرتاب آزاد شرکت کرده بودند،به تمرین شوت جفت بسکتبال پرداختند. این گروه، تمرین شوت جفت را با ۴۰ کوشش در جلسه اول آغاز کردند. در جلسه دوم نیز ۴۰ کوشش تمرین کردند و به همین ترتیب ادامه دادند. محققین بعد از هر جلسه داده‌های حاصل از امتیاز آن‌ها را تحلیل می‌نمود. در نهایت، در آزمون اکتساب جلسه چهارم، تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون معنی‌دار شد و بنابراین حداقل تعداد کوشش مورد نیاز برای ایجاد تفاوت معنی‌دار بین پیش آزمون و پس آزمون، ۱۶۰ کوشش در نظر گرفته شد.

پس از اینکه افراد به طور تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری قرار گرفتند، هر گروه پس از انجام پیش آزمون، در مرحله اکتساب، چهار جلسه ۴۰ کوششی را در چهار روز متوالی اجرا کردند (در مجموع ۱۶۰ کوشش). در جلسات تمرین، به افراد هر گروه به ازای هر ۵ کوشش، یک بار الگوی مورد نظر ارایه می‌شد بنابراین افراد در مجموع ۱۶۰ کوشش، ۳۲ بار الگوی مورد نظر را دریافت می‌کردند. در انتهای هر جلسه، از آزمودنی‌ها، آزمون اکتساب (شامل ۶ کوشش) به عمل آمد. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه اکتساب، آزمون یادداری (شامل ۶ کوشش) اجرا شد. در آزمون‌های اکتساب و یادداری، همه افراد بدون وجود الگو، مهارت شوت جفت را اجرا نمودند.

نحوه امتیاز دهی بر اساس آزمون Volf و همکاران بود. بر مبنای این آزمون پرتابی که گل شود ۵ امتیاز، برخورد توپ به حلقه ۳ امتیاز، برخورد توپ به تخته و حلقه ۲ امتیاز، برخورد توپ به تخته ۱ امتیاز و عدم برخورد توپ به تخته و حلقه ۰ امتیاز دارد.

شاخص‌های خروج آزمودنی‌ها از تحقیق شامل آسیب دیدگی در طول دوره جمع آوری داده‌ها، غیب حتی یک جلسه از جلسات اکتساب و آزمون‌ها و تمرین شوت جفت بسکتبال در طول دوره جمع آوری داده‌ها بود. افرادی که در بازه زمانی جمع آوری داده‌ها دچار آسیب دیدگی می‌شدند به طوری که امکان اجرای الگوی مورد نظر برای آن‌ها مقدور نبود از تحقیق خارج می‌شدند. همچنین اگر فردی حتی یک جلسه از جلسات تمرین یا آزمون‌های اکتساب و یادداری را شرکت نمی‌کرد به دلیل تغییر شرایط تمرین برای وی، از تحقیق خارج می‌شد. قبل از شروع هر جلسه تمرین یا آزمون از افراد در مورد تمرین شوت جفت بسکتبال خارج از پروتکل تمرینی سوال می‌شد. اگر فرد در طول دوره انجام تحقیق، به تمرین شوت جفت بسکتبال یا پرتاب آزاد بسکتبال پرداخته بود، از تحقیق خارج می‌شد. قبل از شرکت در تحقیق، همه افراد فرم رضایت فردی شرکت در تحقیق را پر کردند. بر اساس این فرم، آزمودنی‌ها می‌توانستند هر زمان که روند اجرای آزمون را مطابق با شرایط جسمانی یا روانی خود نمی‌دیدند، از ادامه شرکت در آن انصراف دهند.

یافته‌ها

جدول ۱، مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود بین میانگین قد، وزن و سن شرکت کنندگان گروه‌های تمرینی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۲، میانگین و انحراف استاندارد امتیازات آزمودنی‌ها در سه گروه را در پیش آزمون و آزمون اکتساب (روز چهارم) و یادداری نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، میانگین امتیازات گروه بینایی شنوایی (تک کانالی) و گروه بینایی – شنوایی (دو کانالی) بیش تر از گروه بینایی است.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان

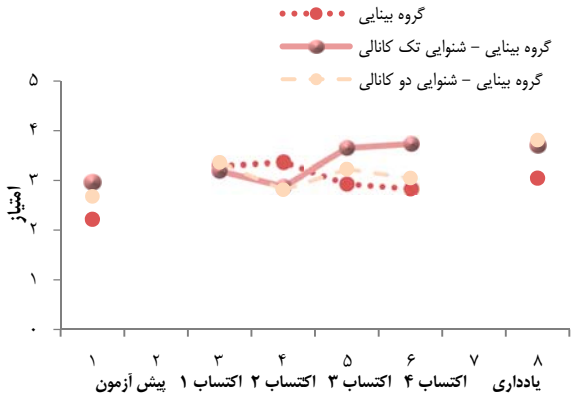
آزمون / گروه	سن	قد	وزن
گروه بینایی	۲۰/۱۵ ± ۱/۲۴	۱۷۴/۶۰ ± ۶/۹۴	۷۴/۶۰ ± ۹/۲۴
گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی)	۲۰/۳۰ ± ۱/۱۶	۱۷۴/۷۰ ± ۵/۷۷۴	۷۲/۹۰ ± ۶/۵۲۳
گروه بینایی – شنوایی (دو کانالی)	۲۰/۸۰ ± ۱/۳۱	۱۷۶/۷۰ ± ۷/۵۸۷	۷۶/۹۰ ± ۸/۴۶۵
P	۰/۴۸۲	۰/۷۴۱	۰/۵۵۳

www.mui.ac.ir

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد امتیازات آزمودنی‌ها در سه گروه در پیش آزمون، آزمون اکتساب و یادداری

گروه / آزمون	پیش آزمون	اکتساب (روز چهارم)	یادداری
گروه بینایی	۲/۲۱۹ ± ۰/۷۹۳	۲/۸۳۱ ± ۰/۶۶۲	۳/۰۴۶ ± ۰/۳۷۶
گروه بینایی – شنوایی(تک کانالی)	۲/۹۷۲ ± ۰/۸۱۰	۳/۷۳۰ ± ۰/۵۳۲	۳/۷۱۳ ± ۰/۳۳۴
گروه بینایی – شنوایی (دو کانالی)	۲/۶۷۸ ± ۰/۷۳۸	۳/۰۴۸ ± ۰/۴۹۷	۳/۸۱۴ ± ۰/۴۲۵

نمودار ۱ مربوط به امتیاز آزمودنی‌ها را در پیش آزمون، مراحل مختلف اکتساب و آزمون یادداری برای سه گروه است. همان طور که مشاهده می شود اگر چه در جلسه اول تفاوت چندانی بین گروه‌ها نیست و حتی در جلسه دوم گروه بینایی میانگین امتیازات بالاتری دارد اما از جلسه سوم به بعد گروه بینایی–شنوایی (تک کانالی) فاصله خود را از دیگر گروه‌ها بیش‌تر می‌کند. در آزمون یادداری نیز هر دو گروه بینایی– شنوایی میانگین امتیازات بالاتری دارند.



نمودار ۱. میانگین امتیازات سه گروه در پیش آزمون، مراحل اکتساب و آزمون یادداری

نتایج آزمون Shapiro-Wilk نشان داد که امتیازات شوت جفت بسکتبال برای همه‌ی گروه‌های تمرینی در تمامی جلسات پیش آزمون، اکتساب و یادداری دارای توزیع طبیعی هستند (P >۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون لوین نشان داد که در همه مراحل پیش‌آزمون، اکتساب و یادداری بین امتیازات گروه‌های تمرینی، تجانس واریانس وجود دارد (P >۰/۰۵).

نتایج آزمون One-way ANOVA برای امتیازات شوت جفت در پیش‌آزمون، نشان می‌دهد که بین گروه‌های تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($F_{۲ ,۲۷}$ = ۲/۹۵۳ ، P = ۰/۱۱۴). به منظور بررسی فرض تجانس واریانس – کوواریانس، از آزمون کرویت موچلی استفاده شد و نتایج نشان داد که بین مراحل مختلف اکتساب، تجانس واریانس– کوواریانس برقرار است (P >۰/۰۵).

با توجه به جدول ۳، نتایج Repeated measures ANOVA نشان می‌دهد که تنها اثر تعاملی گروه معنی‌دار است ($F_{۸۱ ,۶}$ = ۴/۵۶۵ ، P = ۰/۰۰۱). همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر اصلی آزمون معنی‌دار نیست بدین معنی که بین مراحل مختلف اکتساب صرف نظر از نوع الگودهی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($F_{۸۱ ,۳}$ = ۱/۹۴۹ ، P = ۰/۱۲۸). علاوه بر این اثر اصلی گروه معنی‌دار نبود به این معنی که بین گروه‌های مختلف تمرینی در مرحله اکتساب صرف نظر از نوع آزمون، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($F_{۲ ,۲۷}$ = ۱/۹۰۶ ، P = ۰/۱۶۸) به دلیل این که اثر تعاملی (آزمون* گروه) معنی‌دار بود، از آزمون One-way ANOVA به منظور مقایسه گروه‌های تمرینی در هر کدام از مراحل آزمون، استفاده شد.

نتایج One-way ANOVA نشان داد که بین گروه‌های تمرینی در آزمون‌های اکتساب جلسه سوم ($F_{۲ ,۲۷}$ = ۴۶۰ ، P = ۰/۰۲۱) و اکتساب جلسه چهارم ($F_{۲ ,۲۷}$ = ۸/۸۵۰ ، P = ۰/۰۰۱)، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در آزمون اکتساب جلسه سوم، تنها بین گروه بینایی و گروه بینایی–شنوایی (تک کانالی) تفاوت معنی‌داری به نفع گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی) وجود داشت (P = ۰/۰۱۸). همچنین بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در آزمون اکتساب جلسه چهارم بین گروه بینایی و گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی) (P = ۰/۰۰۱) و بین گروه بینایی – شنوایی (دو کانالی) و گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی)، تفاوت معنی‌داری به نفع گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی) مشاهده شد (P = ۰/۰۴۵).

جدول ۳. نتایج Repeated measures ANOVA برای مقایسه امتیازات گروه های تمرینی در مرحله اکتساب

منبع تغییرات	شاخص‌ها	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
درون آزمودنی	آزمون	۱/۸۲۰	۳	۰/۶۰۷	۱/۹۴۹	۰/۱۲۸
	آزمون * گروه	۸/۵۲۶	۶	۱/۴۲۱	۴/۵۶۵	۰/۰۰۱ *
	خطا	۲۵/۲۱۳	۸۱	۰/۳۱۱		
بین آزمودنی	گروه	۲/۱۵۹	۲	۱/۰۸۰	۱/۹۰۶	۰/۱۶۸
	خطا	۱۵/۲۹۵	۲۷	۰/۵۶۶		

* سطح معنی داری ۰/۰۵ است

www.mui.ac.ir

جدول ۴. نتایج One-way ANOVA برای مقایسه امتیاز گروه های تمرینی در آزمون یادداری

	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
بین گروهی	۳/۴۸۳	۲	۱/۷۴۲	۱۲/۰۲۶	٭ ۰/۰۰۱
درون گروهی	۳/۹۱۰	۲۷	۰/۱۴۵		
کل	۷/۳۹۳	۲۹			

٭ سطح معنی داری ۰/۰۵ است

همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، در آزمون یادداری بین امتیازات گروه‌های مختلف تمرینی، تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود ($F_{۲,۲۷}$ = ۱۲/۰۲۶ ، P = ۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین هر دو گروه بینایی – شنوایی (تک کانالی) و بینایی – شنوایی (دوکانالی) با گروه بینایی، تفاوت معنی‌داری به نفع گروه‌های دو حسی وجود دارد (به ترتیب، P = ۰/۰۰۲ و P = ۰/۰۰۱) اما گروه‌های بینایی – شنوایی، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.

بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر یکپارچگی بینایی–شنوایی بر دقت اجرا و یادگیری شوت جفت بسکتبال بود. نتایج نشان داد که در آزمون‌های اکتساب روز سوم و چهارم، گروه بینایی–شنوایی (تک کانالی) عملکرد بهتر معنی‌داری نسبت به گروه بینایی داشت و همچنین در آزمون اکتساب روز چهارم گروه بینایی–شنوایی (تک کانالی) عملکرد بهتر معنی‌داری نسبت به گروه بینایی–شنوایی (دو کانالی) داشت. با وجود این، در جلسات اول و دوم اکتساب اگرچه تفاوت بین گروه‌ها معنی‌دار نبود اما گروه بینایی عملکرد بهتری داشت. این احتمال وجود دارد که گروه‌های بینایی– شنوایی به علت بار کاری بیش‌تر (دریافت الگوی بینایی، دریافت الگوی شنوایی و منطبق ساختن آن‌ها برهم) در مرحله شناختی یادگیری، عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند. اما برتری معنی‌دار گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی) نسبت به گروه بینایی در جلسه سوم احتمالا به دلیل اثرات مثبت یکپارچگی بینایی– شنوایی است. محققان معتقدند که آستانه فعال‌سازی عصبی به وسیله یادگیری چند حسی نسبت به تک حسی، آسان‌تر حاصل می‌شوند (۱،۳۲). محرک چند حسی، نوعا دقیق‌تر و سریع‌تر از محرک تک حسی دریافت می‌شود (۳۶-۳۳). در اینجا نیز الگوی سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج توسط یک همگرایی دو حسی (بینایی– شنوایی) آسان‌تر حاصل شده است. این اثر معمولا تحت عنوان ارتقاء حسی یا تسهیل بین حسی توصیف می‌شود (۳۷). پیشنهاد شده است که یادگیری چندحسی، بازنمایی چندحسی را ارتقاء می‌بخشد و بین مناطق تک حسی ارتباط برقرار می‌کند (۱). محققان فرض کرده‌اند که بعد از تمرین با محرک چندحسی، پردازش چند حسی حتی اگر یک محرک تک حسی ارایه شود، فعال می‌شود (۱،۳۸،۳۹). در حقیقت بعد از تمرین با بازخورد بینایی–شنوایی، یادگیری ادراکی–حرکتی تکالیف حتی زمانی که بازخورد شنوایی حذف می‌شد، در سطح بالایی قرار داشت (۳۹، ۳۸). همراستا با این داده‌ها،یک مطالعه جدید توسط کریستین، تمرین بینایی–شنوایی و بینایی را برای یادگیری ادراکی با استفاده از یک تکلیف بازشناسی و کشف حرکت مقایسه کرده است. مقایسه بین گروه بینایی و گروه بینایی– شنوایی، یادگیری بیشتر را در اولین جلسه و در طول ۱۰ جلسه تمرین، برای گروه بینایی– شنوایی نشان داد (۴۰). با این حال در تحقیق حاضر، در اولین جلسه اکتساب، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. علت تناقض این یافته با یافته‌های تحقیق حاضر، در هدف سنجش است. در تحقیق کریستین افراد پس از تمرین، در آزمون‌های بازشناسی و کشف حرکت شرکت کرده‌اند. آزمون‌های بازشناسی جهت سنجش ادراک افراد است در حالی که در تحقیق حاضر محققین، یادگیری افراد را بر اساس عملکرد آن‌ها مورد سنجش قرار داده‌اند. این احتمال وجود دارد که آزمودنی‌های گروه بینایی–شنوایی (تک کانالی) در طی جلسه اول اکتساب، ادراک بالاتری از الگو نسبت به گروه‌های دیگر کسب کرده‌اند اما هنوز برای تبدیل این ادراک به عمل، آمادگی لازم را کسب نکرده‌اند. به نظر می‌رسد یکپارچگی چند حسی مکانیسم‌هایی را برای کشف معایب حسی و فضایی فراهم می‌کند به گونه‌ای که در هنگام ضعف و کمبود اطلاعات حس اولیه (مثلا بینایی)، این ضعف می‌تواند به وسیله حس دیگر (شنوایی و حس عمقی) جبران شود (۹). اطلاعات ارایه شده در هر کدام از سیستم‌های حسی اولیه به طور وسیعی تحت تاثیر حس‌های دیگر قرار می‌گیرد (۴۱). با این وجود در دوره اکتساب بین گروه بینایی– شنوایی (دو کانالی) و گروه بینایی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. علت این امر احتمالا بار شناختی بسیار زیاد تحمیل شده بر گروه بینایی– شنوایی (دو کانالی) است. یک فرا تحلیل بر روی بازخورد بینایی –شنوایی (و بازخورد بینایی–لامسه‌ای) در تکالیف و فعالیت‌هایی همچون گوش به زنگی، اکتساب هدف، ارتباطات، ناوبری و رانندگی یا عملکرد وسیله نقلیه آشکار کرده‌است که بازخورد بینایی– شنوایی موثرترین روش در تکالیف مجرد تحت شرایط با بار کاری طبیعی است. در تکالیف با بار کاری بالا بازخورد بینایی– شنوایی بیشتر زیان‌آور است. در این فراتحلیل پیشنهاد شده است که استفاده از هر دو کانال بینایی و شنوایی بار کاری را افزایش می‌دهد زیرا دو حس به طور شناختی به هم مرتبط هستند (۱۸). از این رو ارایه دو الگوی شنیداری همراه با الگوی بینایی بار کاری را افزایش داده و عملکرد را تخریب می‌کند. لازم به ذکر است که پیچیده بودن خود مهارت حرکتی (شوت جفت بسکتبال) عامل دیگر تاثیرگذار در این نتیجه حاصل است. عامل دیگری که احتمالا در بروز این نتایج تاثیر گذار بوده است، پدیده‌ای تحت عنوان پوشش شنیداری است. این امر وقتی رخ می‌دهد که صدایی را که می خواهیم بشنویم با صدایی دیگر پوشیده شود (۴۲). اگر به مشاهده‌گر صوتی را عرضه کنیم که به تنهایی قابل شنیدن باشد، اضافه کردن صوت دیگر ممکن است به از دست رفتن توانایی شنیدن صوت اول منجر شود. بعد از اتمام کوشش‌های تمرینی از افراد گروه سوم (بینایی– شنوایی (دوکانالی) سوال شد که چگونه به محرک‌های شنوایی توجه می‌کردند. تمام افراد گروه بیان کردند که در ابتدا سعی کرده‌اند که به هر دو الگوی شنیداری با هم توجه کنند اما به تدریج استراتژی خود را تغییر داده و سعی کرده‌اند هر بار به یکی از الگوهای شنیداری توجه نمایند. با اتخاذ این استراتژی، پدیده پوشش شنیداری یکی از عواملی است که مانع از شنیدن دقیق و کامل الگوی شنیداری هدف (الگویی که قصد داشتند به آن توجه کنند) شده است و ثانیا چون هر بار به یکی

از الگوها توجه می‌کردند، تغییر پذیری زیادی در اجرای آن‌ها به دلیل مطابقت دادن الگوی خود با الگوی دریافت شده داشتند.

در مرحله یادداری هر دو گروه بینایی– شنوایی تک کانالی و دو کانالی عملکرد بهتر معنی‌داری نسبت به گروه بینایی داشتند. بر اساس نتایج مرحله اکتساب، این نتیجه برای گروه بینایی– شنوایی (تک کانالی) قابل پیش بینی بود. Schmidt و همکاران، فرض کردند که مناطق ویژه ای از مغز (شیار گیجگاهی فوقانی (Superior temporal sulcus)، سیستم نورون‌های آینه‌ای) که در ادراک بینایی حرکت درگیر هستند در طول ادراک شنوایی صداهای ساختگی حرکت نیز به عنوان بخشی از یکپارچگی چند حسی، فعال می‌شوند (۲۲). خط دیگر بحث در ارتباط با اصول کدگذاری عمومی است و بحث در مورد فواید محرک چند حسی در مقایسه با محرک تک حسی است. این گونه بحث شده است که مکان‌هایی در مجاورت مکان‌های بینایی و شنوایی در شیار گیجگاهی فوقانیبه محرک‌های ویژه حسی (شنوایی یا بینایی) پاسخ داده و آن‌ها را به یک کد عمومی که به منطقه‌های مداخله چند حسی انتقال داده می‌شوند، تبدیل می‌کند و این منجر به ارتقاء پاسخ‌های عصبی می‌شود (۹). علاوه بر این، تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های بینایی– شنوایی و گروه بینایی در آزمون یادداری از این جهت است که بینایی به تنهایی برای درک سرعت زاویه‌ای و درک زمانبندی-های بین اجزاء کافی نیست. اگرچه جابه‌جایی زاویه‌ای به طور کامل می‌تواند توسط بینایی دریافت شود اما در مورد سرعت زاویه‌ای، به این سادگی نیست. ادراک سرعت زاویه‌ای توسط بینایی دشوارتر از جا به جایی زاویه‌ای و ادراک شتاب زاویه‌ای، دشوارتر از سرعت زاویه‌ای است. در واقع ادراک سرعت زاویه‌ای توسط بینایی با ابهامات فراوانی همراه است. لذا سانیفیکیشن سرعت زاویه‌ای مفاصل آرنج و مچ همراه با بینایی، ادراک مشخصات فضایی و زمانی الگو را تسهیل می‌کند. در حیطه زمانی، حس شنوایی بسیار دقیق‌تر از حس بینایی عمل می‌کند. علاوه بر این بر اساس فرضیه تناسب حسی که عنوان می‌کند حسی که در ارتباط با تکلیف داده شده مناسب‌ترین یا معتبرترین است، حسی است که بر ادراک در زمینه آن تکلیف مسلط است، از آنجا که بهترین حس برای ادراک سرعت زاویه‌ای مفصل، شنیداری است لذا گروه بینایی– شنوایی عملکرد بهتری را به دلیل ادراک بهتر سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج ارایه داده‌اند. مضاف بر این که تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که صدا به ویژه برای دوره و ترتیب حرکت موثر است (۱۵،۴۳).

از طرفی بسیاری از محققان اعتقاد دارند که اثر مثبت یادگیری چند حسی ناشی از کاهش بار شناختی به علت توزیع پردازش اطلاعات است. برای مثال،Burke و همکاران، بیان کردند که افراد، منابع شناختی متفاوتی برای پردازش اطلاعات دارند حتی اگر هیچ کدام از این منابع به طور همزمان و بدون تداخل استفاده نشوند (۴۱). بر اساس نظریه منابع چندگانه ویکنز، توزیع اطلاعات به حس‌های متفاوت، نسبت به فراهم کردن مقدار مشابه اطلاعات در یک بعد، برتری دارد. با در نظر گرفتن این نظریه و نیز نظریه حافظه کاری بدلی که معتقد است اطلاعات بینایی–فضایی در یک بخش حافظه کاری و اطلاعات شنوایی– زمانی در بخش دیگر، نگهداری می‌شوند (۴۴)، برتری گروه‌های بینایی – شنوایی نسبت به گروه بینایی تا حد زیادی مشخص می‌شود.

در واقع، کاربران، تعامل چند حسی را به تک حسی، زمانی که پیچیدگی تکلیف افزایش می‌یابد، ترجیح می‌دهند. که این نشان می‌دهد که کاربران، منابع حافظه کاری را به وسیله تغییر از تعامل تک حسی به چند حسی با افزایش نیازهای شناختی، خود مدیریت می‌کنند (۴۵). تمام این یافته‌ها روی حافظه و بار شناختی، بر این موضوع دلالت می‌کنند که زمانی که حجم کار در یک بعد بالاست (مثلا بینایی)، اطلاعات باید به حس‌های دیگر به روش چند حسی ارایه شود. این موضوع از اضافه بار جلوگیری می‌کند و بنابراین احتمالا یادگیری حرکتی را ارتقاء می‌دهد.

با این وجود گروه بینایی– شنوایی (دو کانالی) که در آزمون‌های اکتساب تفاوت معنی‌داری با گروه بینایی نداشت، در آزمون یادداری، عملکرد بهتر معنی‌داری نسبت به گروه بینایی داشت و این نشان می‌دهد که ارایه کردن دو الگوی شنیداری برای سرعت‌های زاویه‌ای مچ و آرنج، اگر چه در مرحله اکتساب مزیتی بر الگوی بینایی به تنهایی نمی‌افزاید اما در آزمون یادداری منجر به ایجاد تفاوت معنی‌دار خواهد شد. در آزمون‌های اکتساب به علت این که آزمودنی‌ها لحظاتی قبل از آزمون، الگوی مورد نظر خود را مشاهده می‌کردند، هنوز درگیری ذهنی با الگو و تلاش برای انطباق خود با الگو، وجود داشت. به عبارت بهتر، افراد هنوز در تلاش هستند تا بر اساس الگویی که به آن‌ها ارایه شده است اجرا نمایند و ارایه الگو، افراد را از اجرا به صورت خودکار و بدون توجه به الگو باز می‌داشت. اما در آزمون یادداری به علت فاصله گرفتن از الگو، اجرا، با تاکید بر دستیابی به هدف بوده و الگوی اجرای شوت با توجه کمی بر الگو انجام می‌شد. از طرفی ارایه الگوهای شنیداری علاوه بر الگوی بینایی، اطلاعات منحصر به فردی را در اختیار آزمودنی‌ها قرار می‌دهد. در گروه بینایی– شنوایی تک کانالی، افراد علاوه بر دریافت الگوی سرعت زاویه‌ای آرنج، در مورد لحظه شروع باز شدن مفصل آرنج در ارتباط با زمان جدا شدن فرد از زمین و نقطه اوج و در مورد حداکثر سرعت باز شدن آرنج در ارتباط با نقطه اوج، اطلاعاتی را کسب می‌کنند که درک آن توسط الگوی بینایی به تنهایی دشوار است. همچنین گروه بینایی– شنوایی (دو کانالی) علاوه بر دریافت الگوی سرعت زاویه‌ای مچ و آرنج و اطلاعات فوق، در مورد حداکثر سرعت باز شدن مفاصل آرنج و مچ در ارتباط با یکدیگر، اطلاعاتی را کسب می‌کنند. اگر چه ممکن است این ادراکات به طور آشکار اتفاق نیفتد اما از آنجا که افراد در یک محیط قاعده‌مند قرار دارند که مرتبا تکرار می‌شود، احتمالا به صورت پنهان، قواعد ساختاری مربوط به محرک‌های محیطی را بدون این که قادر به توصیف کلامی این قواعد باشند،به دست می‌آورند (۴۶). در واقع افراد در گروه سوم (بینایی– شنوایی دو کانالی) اگرچه در مراحل اکتساب به علت ارایه مرتب الگو، دارای توجه درونی و یادگیری آشکار بوده‌اند اما بخشی از اطلاعات را نیز به صورت پنهان کسب می‌کنند. لذا در آزمون یادداری که از الگو خبری نیست، عملکرد بهتری را نشان می‌دهند. Schmidt و همکاران این گونه نتیجه‌گیری کردند که سانیفیکیشن حرکت، فعالیت سیستم مشاهده عمل انسان شامل ساختارهای زیر قشری حلقه‌های حرکتی را تقویت می‌کند (۲۳).

محدودیت‌ها

تحقیق حاضر به بررسی اثر یکپارچگی بینایی–شنوایی بر عملکرد و یادگیری شوت جفت بسکتبال می‌پردازد. تلاش بر این بوده است که اکثر متغیرهای اثرگذار، کنترل شوند اما محدودیت‌هایی وجود داشت که خارج از کنترل محقق بود. شرایط روانی آزمودنی‌ها، سطح انگیزش آزمودنی‌ها، میزان خستگی در طول انجام تکرارها در جلسه اکتساب و آزمون یادداری (برای تمام آزمودنی ها مدت زمان استراحت بین هر دو تکرار یکسان در نظر گرفته شد) و استرس ایجاد شده به خاطر شرایط آزمایشگاهی، قابل کنترل محقق نبود. یکی دیگر از محدودیت‌های این تحقیق، محدود بودن حجم نمونه (گروه‌های ۱۰ نفری) است

که به دلیل ریزش آزمودنی‌ها در طول اجرای تحقیق (که در تحقیقات یادگیری به دلیل پروسه زمانی طولانی امری رایج است) بود.

پیشنهادها

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهاد می‌شود که اثر تقدم و تأخر الگوهای بینایی و شنوایی با فواصل متفاوت با شرایط همزمانی این دو الگو مورد مقایسه قرار گیرد. همچنین با توجه به این که گروه بینایی– شنوایی (دو کانالی) تفاوت معنی‌داری با گروه بینایی- شنوایی (تک کانالی) در آزمون یادداری نداشت، پیشنهاد می‌شود که الگوهای شنوایی ارایه شده در کانال‌های متفاوت اما همزمان، در کوشش‌های متفاوت اما به صورت منفرد ارایه شوند. به عنوان مثال در یک کوشش الگوی شنوایی مفصل مچ و در کوشش دیگر، الگوی شنوایی مفصل آرنج ارایه گردد. یا این که در یک کوشش هر دو الگو ارایه شود اما به طور همزمان نبوده و دارای تأخیرهای زمانی باشند. با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود که مربیان در امر تدریس، به ویژه در مواردی که متغیری که قصد آموزش آن را دارند توسط بینایی به تنهایی قابل کشف نیست یا دارای ابهام است، از حس شنوایی نیز بهره ببرند.

نتیجه‌گیری

در نهایت نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از الگوهای چند حسی در مقابل الگوی تک حسی، منجر به افزایش دقت اجرا و یادگیری بیش‌تری می‌شود. بر اساس نتایج این پژوهش، به هنگام آموزش تکالیف حرکتی، به ویژه هنگامی که تکلیف مورد نظر دارای مشخصات فضایی–زمانی بسیار است، می‌توان از سانیفیکیشن یک یا دو بخش با اهمیت تکلیف همراه با بینایی به عنوان الگوی بینایی– شنوایی استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه شهید بهشتی تهران و مسؤول محترم آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشکده که شرایط لازم را برای انجام طرح و جمع‌آوری داده‌ها فراهم کردند، به عمل می‌آورند. همچنین بدین وسیله از تمامی دانشجویان مقطع کارشناسی دانشگاه شهید بهشتی که با علاقه در این طرح پژوهشی شرکت کردند تشکر می‌گردد.

این مقاله منتج از رساله دوره دکتری آقای ح. ر مصوب دانشگاه شهید بهشتی تهران با کد ۱۸۰۵۲می‌باشد.

References

1. Shams L, Seitz AR. Benefits of multisensory learning. Trends in Cognitive Sciences 2008; 12(11): 411-7.
2. Effenberg A, Feshe U, Weber A. Movement sonification: Audiovisual benefits on motor learning. International Conference Skills 2011; 1-5.
3. Herman T, Hunt A, NeuhoffG. The sonification handbook. Berlin: Germany: Logos Publishing House; 2011.
4. Effenberg A. Multimodal Convergent Information Enhances Perception Accuracy of Human Movement Patterns. Proceedings of the 6th Annual Congress of the European College of Sports Science (ECSS); 2001 Jul 24-28; Cologne, Germany. p. 122.
5. Effenberg A, Mechling H. Multimodal Convergent Information Enhances Reproduction Accuracy of Sport Movements, Proceedings of the 8th Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS), ECSS 2003; 196-7.
6. Henkelmann Ch. Improving the Aesthetic Quality of Realtime Motion Data Sonification. Computer Science Dept. II, University of Bonn 2007; 164.
7. Hermann T, Honer O, Ritter H. AcouMotion –An Interactive Sonification System for Acoustic Motion Control. Berlin, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2006. p. 312-23.
8. Effenberg A. Movement sonification: Effects on perception and action. Journal IEEE Multi Media 2005; 12(2): 53-9.
9. Vinken PM, Kroger D, Fehse U, Schmitz G, Brock H, Effenberg AO. Auditory Coding of Human Movement Kinematics. Multisensory Research 2013; 26: 533-52.
10. Kramer, G. "An Introduction to Auditory Display. In: Kramer G, editor. Auditory display: Sonification, audification, and auditory interfaces. Reading, MA: Addison-Wesley; 1994. p. 79-94.
11. Walker BN, Nees MA. Theory of sonification, volume The Sonification Handbook. New York, NY: Academic Press; 2011.
12. Keller JM, Prather EE, Boynton WV, Enos HL, Jones LV, Pompea SM, et al. Educational testing of an auditory display regarding seasonal variation of Martian polar ice caps. Proceedings of the International Conference on Auditory Display, 2003 Jul 6-9; Boston, MA, USA. p. 212-5.
13. Van Ee R, van Boxtel JJ, Parker AL, Alais D. Multisensory congruency as a mechanism for attentional control over perceptual selection, J. Neuroscience 2009; 29: 11641–9.
14. Calvert G, Spence C and Stein BE. The Handbook of Multisensory Processes. Cambridge MA, USA: MTT Press; 2004.
15. Nesbitt K. Designing multi-sensory displays for abstract data [PhD Thesis]. Sydney, Australia: School of Information Technologies, University of Sydney Australia; 2003. 16.
16. Schaffert N, Mattes K, Effenberg A. An investigation of online acoustic information for elite rowers in on-water training conditions. Journal of Human Sport and Exercise 2011; 6(2): 392-405.
17. Effenberg AO, Mechling H. Zur Funktionaudiomotorischer Verhaltens komponenten. Sportwissens Chaft 1999; 29: 200-15.
18. Sigrist R, Rauter G, Riener R, Wolf P. Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. Psychon Bull Rev 2013; 20: 21–53.
19. Lahav A, Saltzman E, Schaug G. Action representation of sound: audio motor recognition network while listening to newly acquired actions. Journal of Neuroscience 2007; 27; 308-14.

20. Young W, Rodger M, Craig CM. Perceiving and reenacting spatiotemporal characteristics of walking sounds. Journal of Experimental Psychology, Human perception and Performance 2012; 39; 464-76.
21. Thornton IM, Rensink RA, Shiffrar M. Active versus passive processing of biological motion. Perception. 2002; 31(7): 837-53.
22. Schmidt G, Effenberg AO. Perceptual effects of auditory information about own and other movements. Proceedings of the 18th Internatinal Conference on Auditory Display; 2012; Atlanta, USA. p. 89-94.
23. Schmidt G, Mohammadi B, Hammer A, Heldmann M, Samii A, Munte TF, et al. Observation of sonified movements engages a basal ganglia frontocortical network. Neuroscience 2013; 14: 1-11.
24. Chollet D, Madani M, Micallef JP. Biomechanics and medicine in swimming, chapter Effects of two types of biomechanical bio-feedback on crawl performance. London, UK: E & FN Spon; 1992. p. 57–62.
25. Effenberg AO, Fehse U, Weber A. Movement Sonification: Audiovisual benefits on motor learning. BIO Web of Conferences 1. EDP Sciences 2011; 1-5.
26. Goldberg DP, Gater R, Sartorius N, Ustun TB, Piccinelli M, Gureje O, et al. The validity of two versions of the GHQ in the WHO study of mental illness in general health care. Psychological Medicine 1997; 27: 191-7.
27. Taghavi MR. Determination of validity and reliability General Health Questionnaire. Daneshvar Raftar 2008; 28: 1-13. [In Persian].
28. Hoseyni H, Sadeghi A, Rajabzade R, Rezazade J, Nabavi H, Ranaee M, et al. Medical students' mental health in North Khorasan. J North Khorasan Univ Med Sci 2011; 3: 23-8. [In Persian].
29. Rojas FJ, Cepero M, Ona A, Gutierrez M. Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. Ergonomices 2000; 43(10): 1651-60.
30. Walker BN, Cothran JT. Sonification Sandbox a graphical toolkit for auditory graphs. Proceedings of the International Conference on Auditory Display; 2003; Boston MA, USA. p. 6-9.
31. Davison BK, Walker BN. Sonification Sandbox reconstruction: Software standard for auditory graphs. Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display; 2007; Montreal, Canada. p. 26-9.
32. Seitz AR, Dinse HR. A common framework for perceptual learning. Current Opinion in Neurobiology 2007; 17(2): 148–53.
33. Doyle MC, Snowden RJ. Identification of visual stimuli is improved by accompanying auditory stimuli: The role of eye movements and sound location. Perception 2001; 30(7): 795–810.
34. Forster B, Cavina-Pratesi C, Aglioti SM, Berlucchi G. Redundant target effect and intersensory facilitation from visualtactile interactions in simple reaction time. Experimental Brain Research 2002; 143(4): 480-7.
35. Fort A, Delpuech C, Pernier J, Giard MH. Dynamics of cortico-subcortical cross-modal operations involved in audiovisual object detection in humans. Cerebral Cortex 2002; 12(10): 1031-9.
36. Giard MH, Peronnet F. Auditory-visual integration during multimodal object recognition in humans: A behavioral and electrophysiological study. Journal of Cognitive Neuroscience 1999; 11(5): 473–90.
37. Carson RG, Kelso JA. Governing coordination: Behavioral principles and neural correlates. Experimental Brain Research 2004; 154(3): 267–74.
38. Kim RS, Seitz AR, Shams L. Benefits of stimulus congruency for multisensory facilitation of visual learning. PLoS One 2008; 3(1):1532-7.
39. Seitz AR, Kim R, Shams R. Sound facilitates visual learning. Current Biology 2006; 16(14):1422–7.
40. Kriegstein K, Giraud AL. Implicit multisensory associations influence voice recognition. PLoS Biol 2006; 4(10):326-34.
41. Burke JL, Prewett MS, Gray AA, Yang L, Stilson FRB, Coovert MD, et al. Comparing the effects of visual-auditory and visual-tactile feedback on user performance: A meta-analysis. Proceedings of the 8th International Conference on Multimodal interfaces, New York, NY: ACM; 2006. p. 108–17.
42. Stanley C, Lawrence M, James TE. Sensation and perception. Trans. Goodarzi A. 1st ed. Tehran, Iran; Samt Publications; 2011; 170.
43. Kapur A, Tzanetakis G, Virji-Babul N, Wang G, Cook PR. A framework for sonification of vision motion capturedata. Proceedings of the 8th Conference on Digital Audio Effects; 2005; Madrid, Spain.
44. Baddeley AD. Working memory. Science 1992; 255: 556-9.
45. Oviatt S, Coulston R, Lunsford R. When do we interact multimodally? Cognitive load and multimodal communicationpatterns. Proceedings of the 6th International Conference on Multimodal Interfaces; 2004 Oct 13-15; State College, PA, USA. p. 129-36.
46. Abdoli B, Ashayeri H, Bagherzade F, Farokhi A. Comparison effect of implicit and explicit learning on serial reaction time. Harkat 2004; 19: 23-40. [In Persian].

The Effect of Audiovisual Integration on Performance Accuracy and Learning in Motor Task

Hesam Ramezanzade[1], Behrouz Abdoli[2], Alireza Farsi[2], Mohammad Ali Sanjari[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Vision is not the only sense providing information to understand the pattern of movement. Hearing is another suitable channel to gather information about the pattern of movement. Hence, this study investigated the effect of audiovisual integration on performance precision and learning in basketball jump shot.

Materials and Methods: 30 subjects were selected. The subjects were randomly divided three groups: visual, visual-auditory (single channel) and visual-auditory (two channels). Visual group watched patterns killed basketball player and other groups other groups in addition to watching pattern skilled basketball player, heard Elbow angular velocity (one channel groups) and Elbow and wrist angular velocity (two channel groups) as sonification. Per session practice was including 40 try; and subject participated in four sessions**.** The acquisition test was done at the end of each session and retention test was performed after 48 hours. Data was analyzed by SPSS. One-way ANOVA and repeated measures ANOVA was used for data analysis.

Results: Visual-auditory group (single channel) had significantly better performance compared to visual group ($P = 0.001$) and visual-auditory group (two channels) ($P = 0.045$) in acquisition test. In retention test there was significant difference between auditory groups and visual group in favor of the auditory groups ($P = 0.002$ and $P = 0.001$, respectively).

Conclusion: The results are consistent with modality appropriateness hypothesis. This results argues that due to certain temporal adjustments in jump shot basketball task, modality that dominates the perception in the context of this task, is auditory when is presented with visual simultaneously, it provide beneficial results. In this study, positive effect visual-auditory integration on performance and learning was confirmed.

Keywords: Audiovisual integration, Sonification, Modeling

Citation: Ramezanzade H, Abdoli B, Farsi A, Sanjari MA. **The Effect of Audiovisual Integration on Performance Accuracy and Learning in Motor Task.** J Res Rehabil Sci 2015; 11(1): 1-10.

Received date: 15/11/2014 Accept date: 25/02/2015

1- PhD Candidate, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Rehabilitation Basic Sciences, Rehabilitation Research Center, School of Rehabilitation, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Corresponding Author: Hesam Ramezanzade, Email: hesam_ramezanzade@yahoo.com