نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۸، شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
۱ - ۱۳

WWW.RSR.BASU.AC.IR

آیا ارتباطی بین بلوغ با تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان دختر و پسر وجود دارد؟

خدایار قاسم پور[۱]، محمدحسین علیزاده[۲*]، هومن مینونژاد[۳]، مهدیه آکوچکیان[۴]

۱. دکترا، گروه علوم ورزشی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.
۲. استاد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. دانشیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم ورزشی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.

دریافت ۷ آذر ۱۳۹۸؛ پذیرش ۱۰ اسفند ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

واژگان کلیدی

تعادل

دانش‌آموزان

شاخص پیش‌بینی بلوغ

چکیده

زمینه و هدف: تغییرات پیکری و عصبی زیادی هنگام رشد و بلوغ در انسان اتفاق می‌افتد و به تفاوت‌های مرتبط با بلوغ نوجوانان در اجرای عملکرد حرکتی توجه زیادی نشده است. در خصوص تعادل و ارتباط آن با بلوغ تحقیقات اندکی انجام شده است، لذا هدف از تحقیق حاضر ارتباط‌سنجی بین بلوغ با تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان دختر و پسر بود.

روش بررسی: نمونه آماری این تحقیق شامل ۷۰۰ نفر از دانش‌آموزان دختر و پسر با دامنه سنی ۹ تا ۱۸ سال در ۱۰ گروه ۳۵ نفری پسر و ۱۰ گروه ۳۵ نفری دختر در مدارس شهرکرد بود. برای ارزیابی بلوغ از فرمول شاخص پیش‌بینی بلوغ و برای ارزیابی میزان تعادل ایستا و پویا به ترتیب از آزمون‌های سیستم خطای تعادل ایستا و تعادل Y استفاده شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: نتایج آزمون اسپیرمن، همبستگی معنی‌داری بین شاخص پیش‌بینی بلوغ با امتیازات آزمون‌های سیستم خطای تعادل ایستا ($P<۰/۰۰۱$ و $r=-۰/۱۳۸$) و تعادل Y ($P<۰/۰۰۱$ و $r=-۰/۲۳۲$) نشان داد. همچنین بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و امتیازات آزمون‌های سیستم خطای تعادل ایستا و تعادل Y در پسران و دختران همبستگی معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر میزان تعادل ایستا و پویا با بلوغ ارتباط معنی‌دار دارد و آگاهی در مورد ارتباط بلوغ و تعادل می‌تواند برای برنامه‌ریزی تمرینات و بهبود در اجرا به‌عنوان هدف در نظر گرفته شود. پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی نیز با هدف شناسایی علل این تفاوت‌ها انجام شود.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۳۴۸۹۸۰۷
پست الکترونیکی: mhalizadeh47@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2021.20487.1471

مقدمه

درک تأثیر سلامت دانش‌آموزان بر روی نتایج آموزشی دارای اهمیت زیادی است و با توجه به این‌که جمعیت دانش‌آموزی هر جامعه بخش بزرگی از جمعیت آن جامعه را تشکیل می‌دهد، بررسی مسائل مربوط به سلامت آنها حائز اهمیت می‌باشد (تراس[1]، ۲۰۰۵). بنابراین برای شناخت بیشتر در خصوص شرایط ویژه بدنی نوجوانان و تغییرات جسمانی آنها در این سنین نیاز به مطالعات گسترده‌ای می‌باشد. یکی از مهم‌ترین اتفاقات در این سنین بلوغ است (میروالد[2] و همکاران، ۲۰۰۲).

بلوغ عبارت است از یکسری تغییرات جسمی و روانی که سلسله‌وار به دنبال هم اتفاق می‌افتند و موجب بروز تفاوت معنی‌دار در شروع و مقدار تغییرات فیزیولوژیکی می‌شود (میروالد و همکاران، ۲۰۰۲). سن اسکلتی و درصد بلندی قد بزرگسالی و سن شناسنامه‌ای همگی شاخص‌هایی از وضعیت بلوغ هستند (میروالد و همکاران، ۲۰۰۲). ارزیابی وضعیت بلوغ کاربردهای ویژه‌ای دارد که از آن جمله می‌توان به همگن کردن کودکان برای یکسان کردن شانس موفقیت در رقابت، گروه‌بندی دانش‌آموزان در تمرینات و کاهش آسیب اشاره کرد (کوزیس و مالینا[3]، ۲۰۱۸). بین افرادی که در یک سن شناسنامه‌ای یکسان هستند به‌ویژه در مورد زمان جهش رشد نوجوانی، دامنه اختلافات زیادی از نظر رشد پیکری و بیولوژیک وجود دارد (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸).

سن PHV یا اوج سرعت رشد قد (Peak Height Velocity) رایج‌ترین روشی است که به‌عنوان شاخص پیش‌بینی بلوغ در مطالعات طولی استفاده شده است، به‌طوری‌که یک معیار دقیق از حداکثر رشد در دوره نوجوانی فراهم می‌کند و یک نقطه عطف مشترک برای نشان دادن سرعت رشد دیگر ابعاد بدنی در بین افراد یک گروه فراهم می‌کند (مالینا[4] و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین PHV دوره‌ای است که با بیشترین شتاب رشد در طول بلوغ همراه است و می‌تواند به‌عنوان مرجعی برای تغییرات ابعاد بدنی و جسمی در نظر گرفته شود (میروالد و همکاران، ۲۰۰۲). تحقیقات نشان داده‌اند که بازیکنان بالغ یا بزرگسال نسبت به هم تیمی‌های جوان‌تر خود که زمان کمتری از بلوغ آنان گذشته است، ابعاد بدنی بزرگتر و اجرای بهتری از خود نشان می‌دهند (گاستین[5] و همکاران ، ۲۰۱۳؛ مالینا و همکاران، ۲۰۰۷). بین بازیکنان بیشتر یا کمتر بلوغ‌یافته در یک گروه سنی یکسان تفاوت‌های بزرگی به اندازه ۳۵ سانتی‌متر در قد و ۲۰ درصد در اجرای آزمون‌های دوی سرعت مشاهده شده است (گاستین و همکاران، ۲۰۱۳؛ مالینا و همکاران، ۲۰۰۷). در ورزش نوجوانان سن تقویمی یک روش مرسوم برای گروه‌بندی بچه‌ها برای تمرینات و مسابقات است، اما بین افراد با سن مشابه در یک گروه سنی، می‌تواند تا ۴ سال از نظر سن اسکلتی تفاوت وجود داشته باشد (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸). بنابراین پیشنهاد شده است سن بیولوژیکی به‌جای سن تقویمی برای گروه‌بندی نوجوانان در نظر گرفته شود (گاستین و همکاران، ۲۰۱۳).

تعادل به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم آمادگی جسمانی مرتبط با حرکت دارای اهمیت می‌باشد (هاگمن[6] و همکاران، ۱۹۹۵). بر اساس تعریف تعادل به معنی توانایی قرار گرفتن بر مرکز محدوده سطح اتکا است (هاگمن و همکاران، ۱۹۹۵). تعادل عملکرد پیچیده‌ای است و شامل مراحل مختلفی از عملکرد صحیح و هماهنگی عصبی عضلانی است (هوراک[7] و همکاران، ۱۹۹۷). تعادل پویا توانایی فرد برای حفظ ثبات مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا در طول حرکت است که به‌عنوان یک جزء ذاتی در اکثر فعالیت‌های ورزشی به‌شمار می‌رود (پلیسکی[8] و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات زیادی بر ارتباط بین تعادل و اختلافات مؤلفه‌های آنتروپومتریک مانند طول اندام تحتانی و عرض پنجه و پاشنه‌ها، وزن، قد، BMI و وضعیت بلوغ متمرکز شده‌اند (دگیچ[9] و همکاران، ۲۰۱۰؛ کجونن[10] و همکاران، ۲۰۰۳). برخی مطالعات به بررسی نوع ورزش و میزان تعادل پرداخته‌اند، به‌گونه‌ای که نشان داده شده است به‌طور خاص بازیکنان فوتبال تعادل کمتری در مقایسه با ژیمناست‌ها دارند اما در مقایسه با بازیکنان بسکتبال از تعادل بیشتری برخوردارند (برسل[11] و همکاران، ۲۰۰۷).

1. Taras
2. Mirwald
3. Kozieł & Malina
4. Malina
5. Gastin
6. Hageman
7. Horak
8. Plisky
9. Degache
10. Kejonen
11. Bressel

اگرچه کمبود تحقیقاتی که ارتباط بین تعادل و بلوغ در کودکان سالم را بررسی کند به چشم می‌خورد (کارتر[1] و همکاران، ۲۰۰۲؛ کلیگایت[2] و همکاران، ۲۰۰۳)، اما نقص در کنترل پاسچر و تعادل در کودکان نسبت به بزرگسالان سالم حقیقتی است که در مطالعات مشاهده شده است (هیتنن[3] و همکاران، ۱۹۹۳). برای بررسی تغییرات وضعیت تعادل ایستا و پویا در کودکان در رده‌های سنی مختلف در دوره‌های رشد و بررسی وضعیت بلوغ بر تعادل و کنترل پاسچر در کودکان گزارش شده است که در میان پارامترهای بیومکانیکی، سرعت جابجایی مرکز فشار یا center of pressure بهترین مشخصه کنترل پاسچر می‌باشد (اودنریک و سندستدت[4]، ۱۹۸۴). در خصوص تعادل و ارتباط آن با بلوغ تحقیقات اندکی انجام شده به‌طوری که نشان داده شده است با افزایش بلوغ میزان تعادل افزایش پیدا می‌کند (ازسا[5] و همکاران، ۲۰۱۸؛ هممی[6] و همکاران، ۲۰۱۶). از آنجایی‌که اطلاعات متناقض و محدودی در خصوص ارتباط بین بلوغ و تعادل در دانش‌آموزان وجود دارد، لذا هدف از تحقیق حاضر ارتباط‌سنجی بین بلوغ با تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان دختر و پسر بود.

روش بررسی

این تحقیق از نوع توصیفی - همبستگی بود و در آن رابطه بین بلوغ با تعادل ایستا و پویای دانش‌آموزان ارزیابی شد. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان شهر شهرکرد و نمونه تحقیق با توجه به حجم جامعه (۳۵۰۰۰ نفر) و با استفاده از فرمول حجم نمونه کوکران ۳۵۰ نفر محاسبه گردید $(\alpha = ۰/۰۵ \ , \ ۱-\beta = ۰/۹۵)$ که با توجه به اهداف تحقیق و کلاس‌بندی دانش‌آموزان، تعداد ۷۰۰ نفر از دانش‌آموزان دختر و پسر دامنه سنی ۹ تا ۱۸ سال به‌صورت تصادفی-خوشه‌ای انتخاب شده و در ۱۰ گروه ۳۵ نفری پسر و ۱۰ گروه ۳۵ نفری دختر که هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی در ۶ ماه قبل از شروع تحقیق نداشتند، قرار گرفتند (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸). پس از مشخص شدن مدارس و کلاس‌های هدف، اگر در مدارس از هر پایه تحصیلی یک کلاس وجود داشت، همان کلاس و اگر در یک پایه چند کلاس موجود بود مجدداً به‌صورت تصادفی یک کلاس انتخاب و تمام بچه‌های کلاس در آزمون‌ها شرکت کردند. قبل از شروع تحقیق مجوزهای لازم از طریق مقامات مسئول آموزش و پرورش استان چهارمحال و بختیاری دریافت و فرم رضایت‌نامه توسط والدین دانش‌آموزان امضا و جمع‌آوری شد. همچنین کلیه مراحل انجام تحقیق قبل از شروع به تأیید کمیته اخلاق (شماره IR.UT.SPORT.REC.1398.012) دانشگاه تهران رسید.

معیارهای خروج از تحقیق شامل هرگونه سابقه شکستگی یا جراحی در اندام تحتانی و یا اختلالات اسکلتی - عضلانی دیگر مثل کمردرد، هرگونه درد یا ناراحتی حین اجرای آزمون‌ها، سابقه بیماری خاص و مصرف هرگونه دارویی که باعث اختلال تعادل یا تغییرات شناختی شود و آسیب‌دیدگی در حین انجام آزمون‌ها بود (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸؛ لوید[7] و همکاران، ۲۰۱۵). در روند انجام تحقیق ابتدا اطلاعات جمعیت‌شناسی آزمودنی‌ها شامل سن، قد و وزن اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از توضیحات شفاهی، اجرای عملی و نمایش فیلم آموزش لازم در خصوص نحوه اجرای آزمون‌ها ارائه شد و پس از آن ۱۰ دقیقه گرم‌کردن پویا شامل ۳ دقیقه دویدن آرام در جهات مختلف و ۷ دقیقه تمرینات تحرک بخشی پویا با هدف افزایش فعالیت عضلانی در اندام فوقانی و تحتانی انجام شد (لوید و همکاران، ۲۰۱۵).

آزمون‌ها توسط دو گروه دبیران تربیت‌بدنی شامل یک گروه پنج نفره از آقایان برای مدارس پسرانه و یک گروه پنج نفره از خانم‌ها برای مدارس دخترانه اجرا شد. آزمونگرها همگی دارای مدارک تحصیلی کارشناسی‌ارشد و دکتری در رشته تربیت‌بدنی و دارای حداقل هشت سال سابقه کار بودند. ابتدا در کلاس‌های آموزشی اطلاعات لازم در خصوص نحوه اجرای آزمون‌ها، نحوه امتیازدهی آزمون‌ها، نحوه انجام اندازه‌گیری‌ها به‌صورت عملی و نمایش فیلم برای مجریان طرح ارائه شد. پس از آن برای به‌دست آوردن روایی بین آزمونگران ده نفر از دانش‌آموزان پسر مقطع متوسطه اول در پایه نهم آزمون‌های تعادل ایستا و پویا را اجرا کرده و آزمونگران نمره هر اجرا را ثبت کردند، که پایایی بین نمرات آزمونگران ICC=۰/۹۵ به‌دست آمد.

سپس در روز آزمون‌گیری دانش‌آموزان در ایستگاه‌های

1. Carter
2. Kligyte
3. Hytönen
4. Odenrick & Sandstedt
5. de Sá
6. Hammami
7. Lloyd

طراحی شده در سالن ورزشی مدرسه حضور پیدا کردند و آموزش‌های لازم و فرصت تمرین در اختیار آنها قرار گرفت. در نهایت بدون این‌که بازخوردی به آنها داده شود آزمون‌های تعادل ایستا و پویا اجرا و در فرم‌های مخصوص ثبت شد.

ارزیابی بلوغ

به‌منظور ارزیابی بلوغ از فرمول شاخص پیش‌بینی بلوغ (Predicted Maturity Offset) استفاده شد (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸). این فرمول در ابتدا توسط میروالد طراحی شده بود (میروالد و همکاران، ۲۰۰۲) و اخیراً توسط کوزیس و مالینا بروز رسانی شد (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸). در فرمول اولیه اطلاعات دموگرافیک شامل قد ایستاده، قد نشسته، طول پا، سن و وزن و اعداد ثابت وجود دارد اما در فرمول جدید علاوه بر اعداد ثابت فقط از مقادیر قد و سن آزمودنی‌ها برای به‌دست آوردن شاخص پیش‌بینی بلوغ استفاده می‌شود (کوزیس و مالینا، ۲۰۱۸). برای حصول اطمینان هر دو روش توسط محققین محاسبه شد و تفاوتی بین نتایج مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$) که در نهایت در تحقیق حاضر از فرمول جدید برای پیش‌بینی بلوغ استفاده شد (فرمول ۱).

عددی که از این فرمول به‌دست می‌آید بر اساس سن و قد فرد دارای مقادیر مثبت یا منفی (دامنه بین ۴- تا ۴+) می‌باشد. این عدد به‌عنوان شاخص پیش‌بینی بلوغ که نشان دهنده زمان قبل یا بعد از رسیدن به حداکثر سرعت رشد قد Peak Height Velocity یا PHV می‌باشد، در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به عدد به‌دست آمده از فرمول شاخص پیش‌بینی بلوغ و سن تقویمی، می‌توان سن حداکثر سرعت رشد قد را پیش‌بینی کرد. به‌عنوان مثال اگر عدد به‌دست آمده از فرمول برای یک فرد ۸ ساله ۳/۵- باشد، یعنی این فرد هنوز به سن حداکثر رشد قد خود نرسیده و در مرحله پیش از بلوغ (Pre-PHV) قرار دارد و اگر این عدد را بدون در نظر گرفتن علامت منفی، با سن تقویمی (۸ سال)، جمع کنیم، ۱۱/۵ سال به‌دست می‌آید که نشان دهنده این است که این فرد در ۱۱/۵ سالگی به اوج سرعت رشد قد خود خواهد رسید. اگر این شاخص برای یک فرد ۱۷ ساله ۳+ باشد، به این معنی است که این فرد در ۱۴ سالگی به سن حداکثر رشد قد خود رسیده و در مرحله پس از بلوغ (Post-PHV) قرار دارد.

$$\begin{aligned}\text{Girls:}\quad &\text{Maturity offset (years)} = -9.376 + (0.0001882 \\ &\times (\text{leg length} \times \text{sitting height})) + (0.0022 \times (\text{age} \\ &\times \text{leg length})) + (0.005841 \times (\text{age} \times \text{sitting height})) \\ &- (0.002658 \times (\text{age} \times \text{mass})) + (0.07693 \\ &\times (\text{mass by stature ratio} \times 100));\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Boys:}\quad &\text{Maturity offset (years)} = -9.236 + ((0.0002708 \\ &\times (\text{leg length} \times \text{sitting height})) \\ &+ (-0.001663 \times (\text{age} \times \text{leg length})) + (0.007216 \\ &\times (\text{age} \times \text{sitting height})) \\ &+ (0.02292 \times (\text{mass by stature ratio} \times 100)).\end{aligned}$$

فرمول ۱: فرمول شاخص پیش‌بین بلوغ Mirwald

$$\begin{aligned}&\text{Girls:} \\ &\quad \text{Maturity offset (years)} = -7.709133 + (0.0042232 \\ &\qquad\qquad \times (\text{age} \times \text{stature})), \\ &\text{Boys:} \\ &\text{Maturity offset (years)} = -7.999994 + (0.0036124 \\ &\qquad\qquad \times (\text{age} \times \text{stature})).\end{aligned}$$

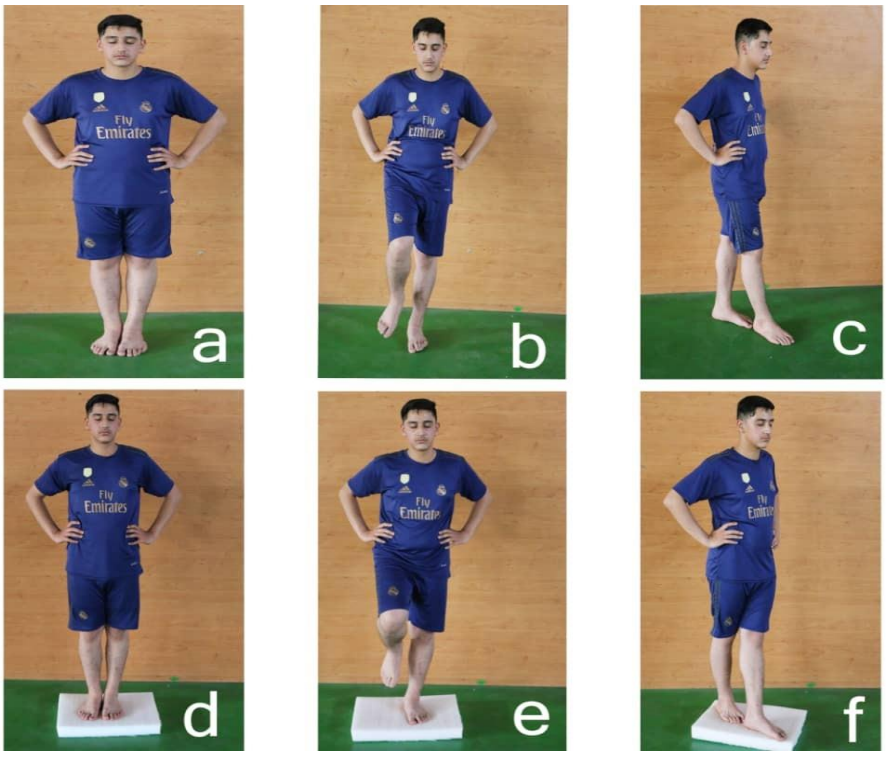
فرمول ۲: فرمول شاخص پیش‌بین بلوغ به‌روزرسانی شده توسط Koziełو Malina

ارزیابی تعادل ایستا

به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا از سیستم امتیازدهی خطای تعادل Balance Error Scoring System (BESS) استفاده شد. روایی بین آزمون‌گران برای این آزمون بالا

(ICC=۰/۷۴) گزارش شده است (فینوف[1] و همکاران، ۲۰۰۹). این آزمون شامل ارزیابی وضعیت تعادل در سه وضعیت ایستاده شامل ایستادن دو پا، تک‌پا و ایستادن با دو پا پشت سر هم (tandem stance) بود که در دو سطح نرم و سفت به مدت ۲۰ ثانیه اجرا می‌شد. در این آزمون از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد که در حین اجرای هر یک از وضعیت‌ها، دست‌ها را بر روی لگن قرار داده و چشم‌ها را بسته نگه‌دارند. برای ایجاد یک سطح نرم (غیرثابت) از یک فوم با ابعاد ۶×۴۱×۵۰ سانتی‌متر با تراکم متوسط استفاده شد.

هر یک از وضعیت‌های آزمون BESS از طریق مشاهده نحوه اجرا توسط آزمونگرها ارزیابی شد و به هریک از خطاها شامل ۱- جدا شدن دست‌ها از روی لگن، ۲- باز کردن چشم‌ها، ۳- قدم زدن، گام برداشتن یا افتادن، ۴- حرکت هیپ بیش از ۳۰ درجه فلکشن یا آبداکشن ۵- بلندشدن جلوی پا یا پاشنه پا و ۶- باقی ماندن بیش از ۵ ثانیه در حالتی خارج از وضعیت تست، یک امتیاز داده شد که حداکثر امتیاز خطاهای هر یک از وضعیت‌ها ۱۰ می‌باشد. در نتیجه امتیاز کلی آزمون BESS می‌تواند ۶۰ باشد که مجموع امتیازات بالاتر نشان‌دهنده اجرای ضعیف‌تر می‌باشد. در وضعیت ایستادن دو پا، پاها چسبیده به هم است و در وضعیت ایستادن تک‌پا شرکت‌کنندگان بر روی پای غیر برتر می‌ایستند به‌گونه‌ای که پای برتر دارای ۳۰ درجه فلکشن هیپ، ۹۰ درجه فلکشن زانو و فاصله پا تا زمین حدود ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد و در وضعیت ایستادن با دو پا پشت سر هم پای غیربرتر پشت پای برتر قرار می‌گیرد به‌گونه‌ای که انگشت شست پای غیربرتر در تماس با پاشنه پای برتر باشد. منظور از پای غیربرتر پایی است که برای ضربه زدن به توپ از آن استفاده نمی‌شود. پس از این‌که آزمون برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد، آزمون‌شوندگان دو مرتبه فرصت تمرین هر وضعیت را داشتند و در نهایت آزمون‌ها اجرا گردید (شکل ۱) (ارکن[2] و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۱: نحوه اجرای آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل

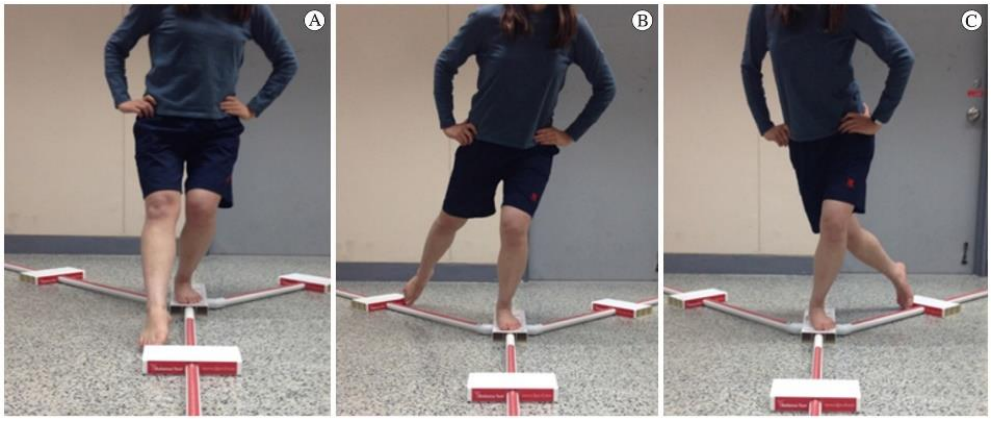
1. Finnoff

2. Erkmen

ارزیابی تعادل پویا

به‌منظور ارزیابی تعادل پویا از آزمون تعدیل‌شده ستاره، آزمون تعادل Y استفاده شد. آزمون تعادل Y، دارای سه جهت شامل قدامی، خلفی-خارجی و خلفی-داخلی می‌باشد که پایایی آن بالا (ICC=۰/۸۷) گزارش شده است (گریبل[1] و همکاران، ۲۰۱۳). به لحاظ این‌که این آزمون با طول پا رابطه معنی‌داری دارد به‌منظور نرمال‌کردن داده‌ها، با استفاده از متر نواری طول پا از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی در حالت طاق‌باز خوابیده بر روی تخت اندازه‌گیری و میزان فاصله دست‌یابی در هر جهت بر میزان طول پا تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد. در این آزمون آزمودنی‌ها بر روی پای برتر در مرکز Y قرار می‌گرفتند و با حفظ تعادل روی پای تکیه‌گاه، با پای غیربرتر عمل دست‌یابی را انجام می‌دادند.

آزمودنی با پنجه پا پد دستگاه را تا دورترین نقطه ممکن در هر یک از جهات قدامی، خلفی - داخلی و خلفی-خارجی بدون خطا حمل می‌کرد. محل تماس پد دستگاه با شاخص اندازه‌گیری میزان فاصله دست‌یابی بوده که به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار با فاصله ۱۵ ثانیه استراحت، این آزمون را در هر یک از جهت‌های سه‌گانه انجام می‌داد که ۳ اجرای اول به‌عنوان تمرین و سه اجرای دوم به‌عنوان آزمون اصلی در نظر گرفته شد. در صورت بروز خطا، اگر پایی که در مرکز قرار دارد حرکت می‌کرد یا تعادل فرد دچار اختلال می‌شد، از آزمودنی خواسته می‌شد آزمون را دوباره تکرار کند. جهت محاسبه نمره تعادل در هر جهت عدد میانگین در نظر گرفته شد (شکل ۲) (سسما[2] و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۲: نحوه اجرای آزمون تعادل پویا

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ساخت نیویورک ایالت متحده، شرکت IBM) نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵) صورت گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. از آنجایی‌که توزیع داده‌ها نرمال نبود (P≥۰/۰۵)، به‌منظور بررسی رابطه بین بلوغ با نمرات آزمون‌های تعادل ایستا و پویا از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان به تفکیک رده سنی در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین اطلاعات مربوط به شاخص پیش‌بینی بلوغ، آزمون تعادل ایستا و آزمون تعادل پویا در جدول ۲ و ۳ قابل مشاهده است.[2]

به‌طورکلی آزمون همبستگی اسپیرمن، همبستگی معنی‌داری بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و امتیازات آزمون تعادل ایستا (P<۰/۰۰۱ و r=-۰/۱۳۸) نشان داد. همچنین بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و امتیازات آزمون تعادل ایستا در پسران (P<۰/۰۰۱ و r=-۰/۲۰۷) و دختران (P<۰/۰۰۱ و r=-۰/۱۹۲) همبستگی معنی‌داری مشاهده شد.

در خصوص آزمون تعادل پویا، آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی معنی‌داری بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و آزمون تعادل پویا (P<۰/۰۰۱ و r=-۰/۲۳۲) نشان داد.

1. Gribble

2. Sesma

همچنین بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و آزمون تعادل پویا در پســـران (P<۰/۰۱ و r=۰/۱۳۸) و دختـــران (P<۰/۰۰۱ و r=-۰/۵۰۶) همبستگی معنی‌داری مشاهده شد.

همچنین ارتباط بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و رده‌هـای سنی به تفکیک جنسیت در نمودار ۳، ارتباط نمرات تعـادل ایستا و پویا در رده‌های سنی مختلف به تفکیک جنسیت در نمودار ۴ و ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان به تفکیک رده سنی

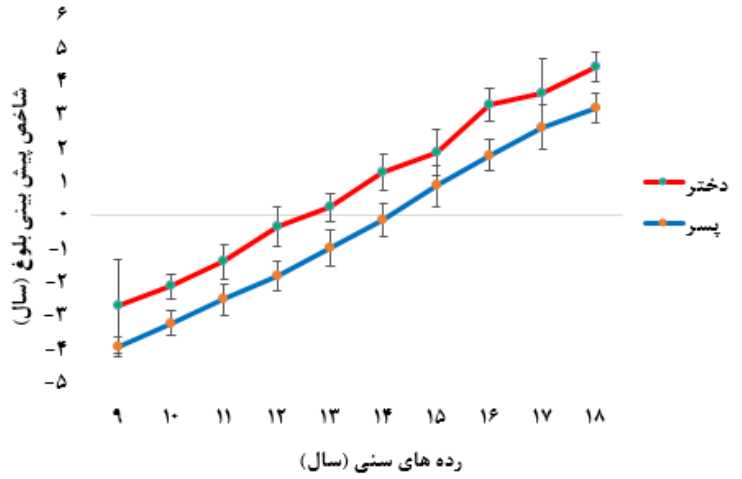
رده‌های سنی (سال)		زیر ۹ سال	زیر ۱۰ سال	زیر ۱۱ سال	زیر ۱۲ سال	زیر ۱۳ سال	زیر ۱۴ سال	زیر ۱۵ سال	زیر ۱۶ سال	زیر ۱۷ سال	زیر ۱۸ سال
قد (سانتی‌متر) (میانگین ± انحراف استاندارد)	دختر	۱۳۱/۹۷ ± ۵/۹۹	۱۳۸/۱۲ ± ۵/۷۲	۱۴۳/۴۷ ± ۸/۰۹	۱۵۰/۳۱ ± ۷/۸۳	۱۵۲/۹۷ ± ۵/۳۶	۱۵۶/۵۷± ۷/۷۰	۱۵۷/۳۱ ± ۱۰/۸۱	۱۶۶/۷۱ ± ۴/۸۲	۱۶۷/۸۳ ± ۶/۱۹	۱۶۵/۲۹ ± ۵/۱۹
	پسر	۱۳۳/۶۹ ± ۵/۰۶	۱۳۸/۰۰ ± ۶/۴۱	۱۴۳/۹۷ ± ۴/۶۹	۱۴۸/۹۷ ± ۶/۰۹	۱۵۸/۸۷ ± ۸/۹۰	۱۶۲/۱۷ ± ۷/۰۰	۱۶۶/۴۳ ± ۷/۴۷	۱۷۳/۲۳ ± ۵/۱۴	۱۷۶/۹۷ ± ۶/۶۰	۱۷۷/۲۹ ± ۵/۸۰
	کل	۱۳۳/۰۰ ±۵/۶۱	۱۳۷/۸۷ ± ۶/۰۵	۱۴۳/۳۱ ± ۶/۶۱	۱۴۹/۶۴ ± ۷/۰۴	۱۵۴/۹۱ ± ۷/۶۰	۱۵۹/۳۷ ± ۷/۸۹	۱۶۱/۸۷ ± ۱۰/۴۵	۱۷۰/۰۰± ۵/۹۴	۱۷۱/۳۷ ± ۸/۴۷	۱۷۱/۲۹ ± ۸/۱۳
وزن (کیلوگرم) (میانگین ± انحراف استاندارد)	دختر	۳۱/۸۹ ± ۷/۶۴	۳۱/۴۹ ± ۸/۴۱	۳۷/۵۱ ± ۹/۸۰	۳۸/۶۰ ± ۹/۶۱	۴۳/۳۷ ± ۸/۷۴	۵۳/۴۰ ± ۱۳/۹۹	۵۵/۷۱ ± ۱۷/۳۵	۶۰/۴۷± ۱۳/۱۷	۵۸/۹۷ ± ۱۱/۳۵	۵۷/۵۱ ± ۱۰/۱۹
	پسر	۲۵/۹۶±۳/۹۰	۳۱/۱۴ ± ۷/۷۴	۳۶/۴۳ ± ۱۰/۷۳	۳۶/۷۱ ± ۸/۸۱	۵۰/۱۰ ± ۱۵/۴۰	۵۱/۸۹ ± ۱۱/۴۷	۵۸/۶۰ ± ۱۵/۲۰	۶۳/۰۳± ۱۳/۷۶	۶۶/۲۰ ± ۱۲/۹۱	۶۸/۸۳ ± ۱۴/۱۶
	کل	۲۷/۰۰±۶/۱۳	۳۱/۳۳ ± ۸/۱۲	۳۶/۹۷ ± ۱۰/۲۹	۳۷/۶۷ ± ۹/۲۷	۴۶/۷۴ ± ۱۲/۹۶	۵۲/۶۴± ۱۲/۸۱	۵۷/۱۷ ± ۱۶/۳۷	۶۱/۵۷ ± ۱۳/۵۵	۶۲/۵۹ ± ۱۲/۵۹	۶۳/۱۷ ± ۱۳/۵۷
شاخص پیش‌بینی بلوغ (سال) (میانگین ± انحراف استاندارد)	دختر	-۲/۷۱± ۱/۴۱	-۲/۱۳ ± ۰/۳۶	-۱/۳۹ ± ۰/۵۳	-۰/۳۴ ± ۰/۶۱	۰/۲۳ ± ۰/۴۳	۱/۳۰ ± ۰/۵۵	۱/۸۹ ± ۰/۷۰	۳/۳۰ ± ۰/۵۱	۳/۶۴ ± ۱/۰۳	۴/۴۳± ۰/۴۵
	پسر	-۳/۹۲± ۰/۳۰	-۳/۲۴ ± ۰/۳۷	-۲/۵۱± ۰/۴۷	-۱/۸۱ ± ۰/۴۵	-۰/۹۷ ± ۰/۵۴	-۰/۱۵ ± ۰/۵۰	۰/۸۷ ± ۰/۶۰	۱/۸۰ ± ۰/۴۷	۲/۶۳ ± ۰/۶۷	۳/۲۰ ± ۰/۴۶
	کل	-۳/۳۱ ± ۱/۱۸	-۲/۶۳ ± ۰/۳۷	-۱/۹۵ ± ۰/۷۶	-۱/۰۷ ± ۰/۹۱	-۰/۳۴ ± ۰/۷۵	۰/۵۸ ± ۰/۸۹	۱/۳۸ ± ۰/۸۳	۲/۵۵ ± ۰/۸۹	۳/۱۳ ± ۱/۰۱	۳/۸۲ ± ۰/۷۲

جدول ۲: اطلاعات مربوط به شاخص پیش‌بینی بلوغ و آزمون تعادل ایستا

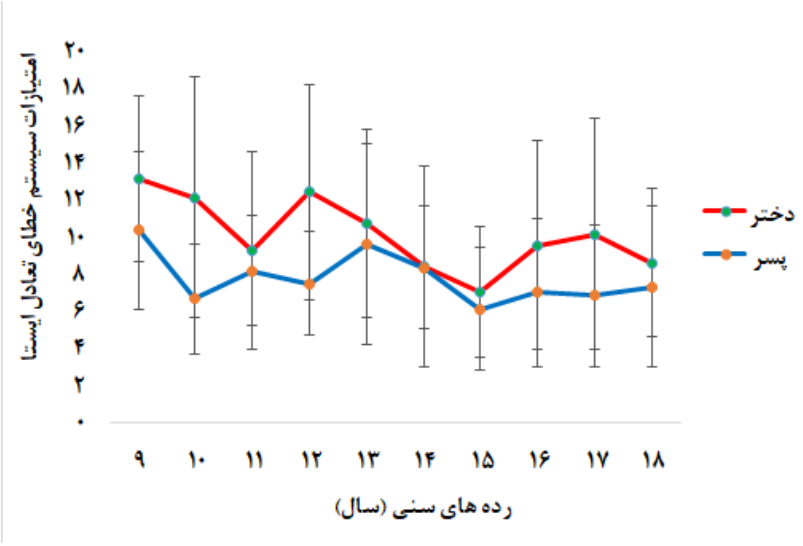
شاخص پیش‌بینی بلوغ (سال)	تعداد			امتیاز کلی BESS (میانگین ± انحراف استاندارد).		
	دختر	پسر	کل	دختر	پسر	کل
-۴	۰	۱۹	۱۹	۰	۱۱/۵۸ ±۴/۲۲	۱۱/۵۸ ±۴/۲۲
-۳	۱۷	۴۴	۶۱	۱۳/۰۰ ±۴/۵۸	۸/۱۶ ±۳/۲۴	۹/۵۱ ±۴/۲۶
-۲	۴۷	۵۴	۱۰۱	۱۱/۴۹ ±۶/۳۲	۷/۶۹ ±۲/۶۹	۹/۴۶ ±۵/۱۰
-۱	۳۸	۴۲	۸۰	۹/۵۸ ±۴/۶۲	۸/۶۰ ±۴/۱۱	۹/۰۶ ±۴/۳۸
۰	۴۱	۳۹	۸۰	۱۰/۹۰ ±۴/۸۳	۸/۷۹ ±۳/۸۵	۹/۸۸ ±۴/۵۳
۱	۴۳	۳۷	۸۰	۱۱/۰۷ ±۵/۹۸	۷/۸۹ ±۳/۹۸	۹/۶۰ ±۵/۴۳
۲	۴۴	۲۹	۷۳	۸/۷۳ ±۵/۱۴	۶/۶۲ ±۳/۹۲	۷/۸۹ ±۴/۷۸
۳	۲۵	۵۵	۸۰	۶/۹۲ ±۳/۱۴	۶/۲۵ ±۳/۴۵	۶/۰۴ ±۳/۳۷
۴	۵۶	۲۸	۸۴	۱۰/۰۰ ±۵/۵۹	۷/۶۱ ±۳/۷۶	۹/۲۰ ±۵/۲۴
۵	۳۹	۳	۴۲	۸/۷۹ ±۴/۳۴	۱۰/۰۰ ±۶/۱۶	۸/۸۸ ±۴/۵۴

جدول ۳: اطلاعات مربوط به شاخص پیش‌بینی بلوغ و آزمون تعادل پویا

جنسیت	جهت دسترس	شاخص پیش‌بینی بلوغ (میانگین ± انحراف استاندارد).									
		-۴	-۳	-۲	-۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵
دختر	قدامی (درصد)	۰	۹۵/۰۶ ±۱۳/۹۸	۹۷/۷۰ ±۱۱/۳۲	۹۸/۱۶ ±۱۳/۹۴	۱۰۲/۵۹ ±۱۰/۹۳	۹۶/۳۷ ±۱۲/۶۵	۹۱/۱۶ ±۹/۷۵	۹۰/۲۴ ±۱۰/۹۵	۸۴/۲۷ ±۶/۸۵	۸۳/۲۳ ±۶/۸۱
	خلفی-خارجی (درصد)	۰	۹۸/۷۱ ±۱۵/۲۲	۱۰۲/۱۱ ±۱۴/۰۵	۱۰۰/۳۲ ±۱۳/۵۳	۱۰۰/۸۵ ±۱۲/۳۱	۹۹/۰۷ ±۱۸/۴۰	۹۳/۵۰ ±۱۵/۵۵	۹۳/۶۰ ±۱۵/۱۵	۸۰/۶۶ ±۱۰/۵۵	۸۴/۲۳ ±۹/۲۹
	خلفی-داخلی (درصد)	۰	۹۲/۱۸ ±۱۲/۸۴	۹۶/۴۰ ±۱۳/۳۵	۹۷/۴۲ ±۱۳/۶۴	۹۷/۱۷ ±۱۳/۰۵	۹۵/۲۷ ±۱۵/۹۰	۹۳/۶۴ ±۱۵/۲۵	۸۹/۷۲ ±۱۶/۷۵	۷۶/۴۱ ±۱۰/۰۰	۷۹/۹۲ ±۸/۸۹
	مرکب (درصد)	۰	۹۵/۳۱ ±۱۴/۰۱	۹۸/۷۳ ±۱۲/۹	۹۸/۶۳ ±۱۳/۷۰	۱۰۰/۲ ±۱۲/۰۹	۹۶/۸۹ ±۱۵/۶۵	۹۲/۷۶ ±۱۳/۵۱	۹۱/۱۸ ±۱۴/۲۸	۸۰/۴۴ ±۹/۱۳	۸۲/۴۶ ±۸/۲۳
پسر	قدامی (درصد)	۹۵/۵۳ ±۱۱/۵۷	۹۳/۶۸ ±۱۰/۵۲	۸۷/۸۰ ±۱۳/۱۱	۸۹/۷۶ ±۱۲/۶۵	۹۰/۹۵ ±۱۴/۹۴	۹۳/۱۹ ±۹/۷۵	۹۴/۷۶ ±۹/۷۵	۸۹/۶۰ ±۸/۲۰	۸۹/۸۹ ±۸/۸۹	۸۷/۳۳ ±۱۰/۱۴
	خلفی-خارجی (درصد)	۹۶/۴۷ ±۱۱/۵۷	۹۳/۹۵ ±۱۰/۵۲	۹۵/۷۲ ±۱۴/۴۹	۹۹/۶۴ ±۱۲/۴۶	۱۰۱/۶۴ ±۱۷/۴۲	۱۰۴/۶۸ ±۱۱/۴۱	۹۸/۸۳ ±۱۷/۶۰	۱۰۱/۴۰ ±۱۳/۴۰	۸۰/۶۶ ±۱۰/۵۵	۱۰۱/۰۰ ±۱۱/۴۳
	خلفی-داخلی (درصد)	۹۲/۱۱ ±۱۳/۹۸	۹۱/۲۰ ±۱۲/۳۸	۹۴/۱۱ ±۱۵/۱۵	۹۹/۹۸ ±۱۳/۱۸	۹۹/۱۵ ±۱۶/۷۰	۱۰۳/۱۶ ±۸/۸۰	۹۸/۵۵ ±۱۱/۶۹	۹۹/۷۵ ±۱۳/۹۵	۹۷/۳۲ ±۹/۷۰	۸۸/۰۰ ±۱۳/۴۹
	مرکب (درصد)	۹۴/۷ ±۱۲/۳۷	۹۲/۹۴ ±۱۱/۱۴	۹۲/۵۴ ±۱۴/۲۵	۹۶/۴۶ ±۱۲/۷۶	۹۷/۲۴ ±۱۶/۳۵	۱۰۰/۳۴ ±۹/۹۸	۹۷/۳۸ ±۱۳/۰۱	۹۶/۹۱ ±۱۱/۸۵	۸۹/۲۹ ±۹/۷۱	۹۲/۱۱ ±۱۱/۶۸



نمودار ۳: ارتباط شاخص پیش‌بینی بلوغ و رده‌های سنی به تفکیک جنسیت



نمودار ۴: اطلاعات مربوط به رده‌های سنی و امتیازات آزمون تعادل ایستا

نمودار ۵: اطلاعات مربوط به رده‌های سنی و تعادل پویا

بحث

در خصوص ارتباط بین بلوغ با تعادل ایستا آزمون همبستگی اسپیرمن، همبستگی معنی‌داری بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و امتیازات آزمون سیستم خطای تعادل ایستا نشان داد. به‌طوری‌که دختران و پسران با افزایش نمره شاخص پیش‌بینی بلوغ از منفی به مثبت، بهبود در نمرات آزمون سیستم خطای تعادل ایستا از ۱۱/۵۸ در شاخص بلوغ ۴- به ۸/۸۸ در شاخص ۵+ به میزان ۳۰ درصد بهبود در اجرا را نشان دادند. لازم به ذکر است در سیستم خطای تعادل ایستا هرچه قدر نمرات کوچک‌تر باشند نشان دهنده اجرای بهتر است. همچنین بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و امتیازات آزمون سیستم خطای تعادل ایستا به تفکیک در پسران و دختران همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. به طوری که در مقایسه شاخص پیش‌بینی بلوغ از نمرات منفی به نمرات مثبت، هر دو گروه پسران (۱۵ درصد) و دختران (۴۷ درصد) بهبود در امتیازات آزمون سیستم خطای تعادل ایستا را نشان دادند. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین آزمون سیستم خطای تعادل ایستا در تمامی رده‌های سنی در پسران بهتر از دختران بوده و همچنین دانش آموزان دختر و پسر در سن ۱۱ سالگی به سطوح مشابهی از تعادل ایستا نسبت به دانش‌آموزان رده سنی ۱۸ سال دست پیدا کردند.

در خصوص تعادل پویا آزمون همبستگی اسپیرمن، همبستگی معنی‌داری بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و تعادل پویا نشان داد. همچنین بین شاخص پیش‌بینی بلوغ و تعادل پویا در پسران و دختران همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. با توجه به این‌که این همبستگی منفی بود، در پسران با افزایش نمره شاخص پیش‌بینی بلوغ از منفی به مثبت میزان تعادل پویا در پسران از ۹۴/۷ به ۸۹/۲۹ (۶ درصد) و در دختران از ۹۵/۱۳ به ۸۲/۴۶ (۱۵ درصد) کاهش نشان داد. همچنین در خصوص ارتباط بین تعادل پویا و رده‌های سنی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دختران در رده‌های سنی ۹ تا ۱۳ سال عملکرد بهتری نسبت به پسران از خود نشان دادند اما در ۱۳ سالگی پسران بهبود در تعادل و حفظ آن تا ۱۸ سالگی را نشان دادند این در حالی است که دختران از ۱۳ تا ۱۸ سالگی کاهش در تعادل را نشان دادند.

تعادل، یکی از اجزای اصلی اغلب فعالیت‌های روزمره و عامل مهمی برای عملکرد ورزشی ورزشکاران است. در واقع تعادل مهم‌ترین عامل در توانایی اجرای ورزشی است. تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی پاسچر بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند. گریبل (۲۰۱۰) تعادل را به دو صورت ایستا (توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده‌ی سطح اتکا) و پویا (حرکت فعال مرکز فشار حین ایستادن، راه رفتن یا هر مهارت دیگر) تعریف می‌کند (گریبل، ۲۰۱۰).

در طول یک قرن و نیم تعادل مورد مطالعه قرار گرفته است و توسعه ویژگی‌های تعادل مرتبط با کنترل حرکتی نیز در سه دهه اخیر مورد بررسی قرار گرفته است (کوهن راز[1]، ۱۹۷۰). حفظ تعادل نیازمند فعالیت سیستم کنترلی حسی حرکتی است (بلک[2] و همکاران، ۱۹۸۳). اطلاعات آوران از گیرنده‌های حسی عمقی و بینایی و سیستم وستیبولار و همچنین سیستم ادراکی (شناختی) ارزیابی و یکپارچه شده و برای تولید پاسخ حرکتی که همان حفظ بدن در محدوده ثبات است به‌کار گرفته می‌شود (بلک و همکاران، ۱۹۸۳). به‌طورکلی راست ایستادن و حفظ تعادل یکی از بارزترین مشخصه‌های تکامل حرکتی در دوران کودکی است. به‌دست آوردن تعادل یک پدیده چندوجهی است. علاوه بر این مکانیزم‌های حسی تعادل در ادبیات تحقیق همچنان ناشناخته‌اند، اما علاوه بر تعاملات بین اطلاعات حسی و عملکرد حرکتی در کودکان کنترل عصبی نیز بستگی به بلوغ ساختارهای درگیر و همچنین تجربیات حرکتی آنها دارد. علاوه بر این سیستم عصبی مرکزی با استفاده متفاوت از اطلاعات حسی در طول فازهای مختلف به تکامل حرکتی می‌پردازد (کامبرورث[3] و همکاران، ۲۰۰۷؛ استیندل[4] و همکاران، ۲۰۰۶).

مسئله دیگر که باید روشن شود اهمیت هر نوع اطلاعات حسی است که در تعادل در زمان رشد کودکان مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌گونه‌ای که برتری یک سیستم حسی ممکن است منجر به اتخاذ یک استراتژی خاص توسط سیستم عصبی شود تا از اختلاف در اطلاعات جلوگیری شود (برونشتاین[5] و همکاران، ۱۹۹۶). تکامل تعادل نه تنها نیاز به بلوغ سیستم عصبی و سیستم‌های

1. Kohen-Raz
2. Black
3. Cumberworth
4. Steindl
5. Bronstein

اسکلتی عضلانی دارد بلکه نیاز به هماهنگی بین این سیستم‌ها با تجربه وظایف تمرین پاسچرال است (ماسیون[1]، ۱۹۹۲). همچنین کودکان هنگامی که ورودی اطلاعات بصری موجود نیست مقدار و سرعت جابجایی مرکز فشار بیشتری را تولید می‌کنند (اشمید[2] و همکاران، ۲۰۰۵). محققین پیشنهاد کرده‌اند که یک ابزار غربالگری آسیب مرتبط با تعادل پویا ممکن است در شناسایی ورزشکاران دارای ریسک آسیب موفق عمل کند (گریبل[3] و همکاران، ۲۰۰۹).

مطالعات زیادی بر ارتباط بین تعادل پاسچرال و اختلافات مؤلفه‌های آنتروپومتریک مانند طول اندام تحتانی و عرض پنجه و پاشنه‌ها، وزن، قد، BMI و وضعیت بلوغ متمرکز شده‌اند (دگیچ و همکاران، ۲۰۱۰؛ کجونن و همکاران، ۲۰۰۳). برخی مطالعات به بررسی نوع ورزش و میزان تعادل پرداخته‌اند. به‌گونه‌ای که نشان داده شده است به‌طور خاص بازیکنان فوتبال تعادل کمتری در مقایسه با ژیمناست‌ها و رقصنده‌ها دارند اما در مقایسه با بازیکنان بسکتبال از تعادل بیشتری برخوردارند (برسل[4] و همکاران، ۲۰۰۷). برای بررسی تغییرات وضعیت تعادل ایستا و پویا در کودکان در رده‌های سنی مختلف در دوره‌های رشد و بررسی وضعیت بلوغ بر تعادل در بچه‌ها به نظر می‌رسد در میان پارامترهای بیومکانیکی سرعت جابجایی مرکز فشار (COP) بهترین مشخصه تعادل باشد (اودنریک[5] و سندستدت[6]، ۱۹۸۴). اما نیاز به استانداردسازی متغیرهای تعادل در سنین مختلف می‌باشد تا نتایج قطعیت پیدا کند. بر اساس مطالعات پالمیر[7] و همکاران فاکتورهایی که مستقیماً بر تعادل اثر می‌گذارند ممکن است اطلاعات حسی، هماهنگی، دامنه حرکتی مفاصل و قدرت عضلات باشد (پالمیری[8] و همکاران، ۲۰۰۲). قدرت عضلانی یک جزء مهم در قابلیت‌های فیزیکی و سطح سلامت است و کاهش در قدرت عضلانی ممکن است دلیل مهمی در محدودیت عملکردی باشد (تاکن[9] و همکاران، ۲۰۰۳). در گذشته چندین مطالعه برای نشان دادن ارتباط بین قدرت عضلانی، توان و تعادل در کودکان انجام شده و همبستگی کوچک تا متوسط بین این ظرفیت‌های عصبی عضلانی مشاهده شده است (مولبار[10] و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیق دیگری مارتا[11] و همکاران گزارش کردند که افراد بلوغ یافته‌تر هیچ‌گونه برتری در ثبات پاسچرال در مقایسه با افراد کمتر بلوغ یافته نداشتند که این نتایج در خصوص تعادل پویا با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. علاوه بر این آنها نشان دادند که دختران اجرای بهتری در تعادل در مقایسه با پسران نشان دادند که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. در واقع علت این عدم همخوانی می‌تواند مربوط به روش‌شناسی تحقیق باشد که در آنها یک رده سنی (۱۰ سال) را مورد مقایسه قرار داده‌اند اما در تحقیق حاضر ۱۰ رده سنی ۹ تا ۱۸ سال مورد بررسی قرار گرفته است (مارتا و همکاران، ۲۰۱۷).

همچنین تحقیقات نشان داده است که تکامل تعادل نه تنها نیاز به بلوغ سیستم عصبی و سیستم‌های اسکلتی عضلانی دارد بلکه نیاز به هماهنگی بین این سیستم‌ها با انجام تمرینات پاسچرال است (ماسیون[12]، ۱۹۹۲). در سن هفت‌سالگی ساختارهایی که مسئول کنترل حرکتی هستند کاملاً توسعه یافته‌اند و مطالعات نشان داده‌اند که بچه‌ها در سن ۷ سالگی عموماً در تعادل به بلوغ رسیده‌اند (اشمید[13] و همکاران، ۲۰۰۵). بر اساس مطالعه رونس والس[14] و همکاران در سن ۱۰ سالگی بچه‌ها به ثبات پاسچرال مشابه سن بزرگسالی دست پیدا می‌کنند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (رونسسالس[15] و همکاران، ۲۰۰۱).

در نهایت این‌که در خصوص تعادل و ارتباط آن با بلوغ تحقیقات اندکی انجام شده است. این تحقیقات نشان داده‌اند که میزان تعادل با افزایش بلوغ افزایش پیدا می‌کند که نتایج این تحقیقات با نتایج تحقیق حاضر در خصوص تعادل پویا و ایستا پسران همخوانی دارد اما در خصوص دختران بهبود در تعادل پویا با افزایش سن مشاهده نشد (ازسا و همکاران، ۲۰۱۸؛ همامی و همکاران، ۲۰۱۶). تعادل به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم آمادگی مرتبط با حرکت

1. Massion
2. Schmid
3. Gribble
4. Bressel
5. Odenrick
6. Sandstedt
7. Palmieri
8. Palmieri
9. Takken
10. Muehlbauer
11. Marta
12. Massion
13. Schmid
14. Roncesvalles
15. Roncesvalles

دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین مربیان ورزش و متخصصان آمادگی جسمانی با هدف بهبود وضعیت تعادل در بین نوجوانان بایستی با در نظر گرفتن وضعیت بلوغ دانش‌آموزان تمریناتی در خصوص بهبود تعادل آنها انجام دهند.

محدودیت‌ها

محدودیت های پژوهش حاضر شامل عدم کنترل سطح فعالیت دانش‌آموزان، ورزشکار یا غیرورزشکار بودن آنها و همچنین عدم ارزیابی دیگر فاکتورهای آمادگی جسمانی و ارتباط سنجی آنها با بلوغ بود.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود که تحقیقات بیشتر با هدف اندازه‌گیری تأثیر بلندمدت مداخلات تمرینی بر روی بلوغ و تعادل ایستا و پویا اجرا شود. همچنین توصیه می‌شود در ارتباط با وضعیت بلوغ و نرخ شیوع آسیب‌ها نیز مطالعاتی انجام شود.

نتیجه‌گیری

از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که میزان تعادل ایستا و پویا با بلوغ ارتباط معنی‌دار دارد و آگاهی در مورد ارتباط بلوغ و تعادل می‌تواند برای برنامه‌ریزی تمرینات و بهبود در اجرا به‌عنوان هدف در نظر گرفته شود و تحقیقاتی نیز با هدف شناسایی علل این تفاوت‌ها انجام شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از رساله دکتری مصوب پردیس بین‌المللی کیش دانشگاه تهران (کد اخلاق: IR.UT.SPORT.REC.1398.012) می‌باشد و انجام آن با همکاری اداره کل آموزش و پرورش استان چهارمحال و بختیاری میسر گردید. نویسندگان بدین‌وسیله مراتب قدردانی خود را از تمام دانش‌آموزان و کسانی که در انجام این تحقیق مشارکت داشتند، به‌عمل می‌آورند.

References

Black, F. O., Wall, C., & Nashner, L. M. (1983). "Effects of visual and support surface orientation references upon postural control in vestibular deficient subjects", Acta oto-laryngologica, 95(1-4), 199-210.

Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). "Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes". Journal of athletic training, 42(1), 42.

Bronstein, A., Brandt, T., & Woollacott, M. (1996). *Clinical disorders of balance, posture and gait*. CRC Press.

Carter, N. D., Khan, K. M., Mallinson, A., Janssen, P. A., Heinonen, A., Petit, M. A., & McKay, H. A. (2002). "Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis", Gerontology, 48(6), 360-368.

Cumberworth, V., Patel, N., Rogers, W., & Kenyon, G. (2007). "The maturation of balance in children", The Journal of Laryngology & Otology, 121(5), 449-454.

De Sá, C. d. S. C., Boffino, C. C., Ramos, R. T., & Tanaka, C. (2018). "Development of postural control and maturation of sensory systems in children of different ages a cross-sectional study", Brazilian journal of physical therapy, *22*(1), 70-76.

Degache, F., Richard, R., Edouard, P., Oullion, R., & Calmels, P. (2010). "The relationship between muscle strength and physiological age: a cross-sectional study in boys aged from 11 to 15", Annals of physical and rehabilitation medicine, 53(3), 180-188.

Erkmen, N., Taşkin, H., Sanioğlu, A., Kaplan, T., & Baştürk, D. (2010). "Relationships between balance and functional performance in football players", Journal of Human Kinetics, *26*, 21-29.

Finnoff, J. T., Peterson, V. J., Hollman, J. H., & Smith, J. (2009). "Intrarater and interrater reliability of the Balance Error Scoring System (BESS)", PM&R, 1(1), 50-54.

Gastin, P. B., Bennett, G., & Cook, J. (2013). "Biological maturity influences running performance in junior Australian football", Journal of Science and Medicine in Sport, 16(2), 140-145.

Gribble, P. A. (2010). "The star excursion balance test as a measurement tool", IJATT, 8(2).

Gribble, P. A., Kelly, S. E., Refshauge, K. M., & Hiller, C. E. (2013). "Interrater reliability of the star excursion balance test", Journal of athletic training, 48(5), 621-626.

Gribble, P. A., Robinson, R. H., Hertel, J., & Denegar, C. R. (2009). "The effects of gender and fatigue on dynamic postural control", Journal of Sport Rehabilitation, 18(2), 240-257.

Hageman, P. A., Leibowitz, J. M., & Blanke, D.

(1995). "Age and gender effects on postural control measures", Archives of physical medicine and rehabilitation, 76(10), 961-965.

Hammami, R., Chaouachi, A., Makhlouf, I., Granacher, U., & Behm, D. G. (2016). "Associations between balance and muscle strength, power performance in male youth athletes of different maturity status", Pediatric Exercise Science, 28(4), 521-534.

Horak, F. B., Henry, S. M., & Shumway-Cook, A. (1997). "Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders", Physical Therapy, 77(5), 517-533.

Hytönen, M., Pyykkö, I., Aalto, H., & Starck, J. (1993). "Postural control and age", Acta oto-laryngologica, 113(2), 119-122.

Kejonen, P., Kauranen, K., & Vanharanta, H. (2003). "The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance", Archives of physical medicine and rehabilitation, 84(1), 17-22.

Kligyte, I., Lundy-Ekman, L., & Medeiros, J. M. (2003). "Relationship between lower extremity muscle strength and dynamic balance in people post-stroke", Medicina (Kaunas), 39(2), 122-128.

Kohen-Raz, R. (1970). "Developmental patterns of static balance ability and their relation to cognitive school readiness", Pediatrics, 46(2), 276-285.

Kozieł, S. M., & Malina, R. M. (2018). "Modified maturity offset prediction equations: Validation in independent longitudinal samples of boys and girls", Sports Medicine, 48(1), 221-236.

Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Radnor, J. M., Rhodes, B. C., Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2015). "Relationships between functional movement screen scores, maturation and physical performance in young soccer players", Journal of sports sciences, 33(1), 11-19.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.

Malina, R. M., Ribeiro, B., Aroso, J., & Cumming, S. P. (2007). "Characteristics of youth soccer players 13-15 years classified by skill level", British journal of sports medicine.

Marta, C., Esteves, P. T., Alves, A. R., Marinho, D., Izquierdo, M., & Marques, M. (2017). "Postural stability in pre-pubertal school children: sex and maturity-associated variation", Journal of Sport Pedagogy and Research, 3(2), 4-10.

Massion, J. (1992). "Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination", Progress in neurobiology, 38(1), 35-56.

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). "An assessment of maturity from anthropometric measurements", Medicine & Science in Sports & Exercise, 34(4), 689-694.

Muehlbauer, T., Besemer, C., Wehrle, A., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2013). "Relationship between strength, balance and mobility in children aged 7–10 years", Gait & posture, 37(1), 108-112.

Odenrick, P., & Sandstedt, P. (1984). "Development of postural sway in the normal child", Human neurobiology, 3(4), 241-244.

Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Stone, M. B., & Krause, B. A. (2002). "Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control", Journal of Sport Rehabilitation, 11(1), 51-66.

Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). "The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test", North American journal of sports physical therapy: NAJSPT, 4(2), 92.

Roncesvalles, M. N. C., Woollacott, M. H., & Jensen, J. L. (2001). "Development of lower extremity kinetics for balance control in infants and young children", Journal of motor behavior, 33(2), 180-192.

Schmid, M., Conforto, S., Lopez, L., Renzi, P., & D'Alessio, T. (2005). "The development of postural strategies in children: a factorial design study", Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2(1), 29.

Sesma, A. R., Mattacola, C. G., Uhl, T. L., Nitz, A. J., & McKeon, P. O. (2008). "Effect of foot orthotics on single-and double-limb dynamic balance tasks in patients with chronic ankle instability", Foot & ankle specialist, 1(6), 330-337.

Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A., & Scholtz, A. (2006). "Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control", Developmental medicine and child neurology, 48(6), 477-482.

Takken, T., Elst, E., Spermon, N., Helders, P. J., Prakken, A., & Van der Net, J. (2003). "The physiological and physical determinants of functional ability measures in children with juvenile dermatomyositis", Rheumatology, 42(4), 591-595.

Taras, H. (2005). "Physical activity and student performance at school", Journal of school health, 75(6), 214-218.