

ارتباط بین مدت زمان شرکت در مسابقات با میزان بالیدگی، ظرفیت هوازی، توان بی هوازی، توان انفجاری، هورمون رشد و فاکتور شبه انسولین و عوامل پیش بینی کننده مدت زمان شرکت در مسابقات در بازیکنان فوتبال نخبه زیر ۱۵ سال پسر

ابراهیم اسکندری فرد^۱، مهدی کارگر فرد^۲، آنتونیو فیگیردو^۳

چکیده

سابقه و هدف: هدف از این مطالعه بررسی میزان همبستگی بین مدت زمان شرکت در مسابقات با وضعیت بالیدگی، قابلیت‌های آمادگی جسمانی، سطح هورمونی و توضیح چگونگی تأثیر این عوامل بر مدت زمان شرکت در مسابقات بود. **مواد و روشها:** در پژوهش حاضر ۳۰ بازیکن فوتبال نخبه پسر زیر ۱۵ سال در طول فصل مسابقات برای بررسی میزان ارتباط بین مدت زمان شرکت در مسابقات با سن اسکلتی، اکسیژن مصرفی بیشینه، شاخص خستگی، آزمون CMJ، هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین تحت نظر قرار گرفتند و پس از پایان فصل، طی ۴ روز در آزمون‌های آنتروپومتریک، وضعیت بالیدگی، سطح هورمونی و قابلیت‌های آمادگی جسمانی مورد ارزیابی قرار گرفتند. **یافته‌ها:** هورمون رشد با حداکثر اکسیژن مصرفی ($r=0/52$) و پرش عمودی ($r=0/53$) همبستگی بالایی ($P=0/01$) داشت به علاوه، شاخص خستگی ($r=-0/44$) و فاکتور رشد شبه انسولین ($r=0/39$) با مدت زمان شرکت در مسابقات همبستگی متوسط ($P=0/05$) داشت. بعد از انجام رگرسیون خطی مشخص شد که شاخص خستگی ($R^2=0/19$) و فاکتور رشد شبه انسولین ($R^2=0/15$) به طور معناداری ($P=0/05$) قابلیت پیش‌بینی مدت زمان شرکت در مسابقات را دارند. همچنین رگرسیون خطی چندگانه ۴۹٪ از مدت زمان شرکت در مسابقات را توضیح داد. **نتیجه گیری:** متغیرهای مستقل شاخص خستگی و فاکتور رشد شبه-انسولین قادر به تعیین زمان شرکت در مسابقات بودند، و هنگام ورود همه متغیرها، بطور معناداری مدل مدت زمان شرکت در مسابقات توضیح داده شد. بنابراین، به نظر می رسد میزان بالیدگی، آمادگی جسمانی و سطح هورمونی نقش تعیین کننده‌ای در توضیح مشارکت در مسابقه در بازیکنان فوتبال جوانان را دارد.

واژه‌های کلیدی: فوتبال، سن اسکلتی، روش فلس، اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max})، هورمون فاکتور رشد شبه انسولین (IGF-1)

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

^۲ استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. نویسنده مسئول: m.kargarfard@spr.ui.ac.ir

^۳ استاد گروه علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه کوایمبرا، کوایمبرا، پرتغال

مقدمه

رده‌های سنی در فوتبال پایه بر اساس سن تقویمی آنها تقسیم بندی می‌شود و به تأثیری که سن بیولوژیکی می‌تواند روی تفاوت ورزشکاران و استعدادیابی آنها داشته باشد توجهی نمی‌شود (۱). با گروه بندی ورزشکاران جوان بر اساس سن تقویمی آنها (سن بر اساس تاریخ تولد) منجر به تصور غلطی در مورد سن بیولوژیکی ورزشکار (حالت بالیدگی) می‌شود، که این امر شناسایی و پرورش استعدادها را مختل می‌کند، که عمدتاً باعث حذف ورزشکاران بالیدگی دیر هنگام می‌شود (۲، ۳). تشخیص تفاوت‌های بین بازیکنان به لحاظ بالیدگی از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌توان با روش‌های ساده نظارت بر وضعیت بالیدگی ورزشکاران، مانند استفاده از روش‌های آنتروپومتریک انحراف بالیدگی (سالهای مانده تا حداکثر نمو قد)^۱ را پیش‌بینی کرد (۴، ۵). همچنین، سطح بالیدگی را می‌توان با تخمین سن اسکلتی از طریق روش فلس^۲ محاسبه کرد (۶). اساساً با دانستن سن تقویمی و با اندازه گیری وزن، قد ایستاده، قد نشسته و طول پا می‌توان از طریق محاسبه معتبر و قابل اعتماد فاصله ورزشکاران جوان از حداکثر نمو قد را پیش‌بینی کرد (۴). از آنجا که سطح بالیدگی ممکن است به طور قابل توجهی در بین کودکان با سن تقویمی یکسان متفاوت باشد (۷، ۸)، انتظار می‌رود که در یک تیم تنوع زیادی از لحاظ بالیدگی بین بازیکنان فوتبال نوجوان وجود داشته باشد (۹، ۱۰). در حقیقت، در مطالعه‌ای که بر روی ۱۵۹ بازیکن در دو گروه سنی ۱۱-۱۲ ساله و ۱۴-۱۳ ساله انجام شد، مشخص شد که در گروه سنی بزرگتر تفاوت در میزان بالیدگی معنادار است، بطوریکه که بازیکنان بالیدگی زود هنگام نسبت به افراد بالیدگی نرمال و بالیدگی دیر هنگام رشد یافته تر بودند (۱۱).

علاوه بر این، به خوبی شناخته شده است که بازیکنان بالیدگی زود هنگام در مقایسه با هم‌تایان بالیدگی دیر هنگام خود، کیفیت فیزیکی بهتری دارند (۱۲-۱۴). به عنوان مثال، مطالعه‌ای که روی ۶۹ بازیکن جوان فوتبال انجام شد، نشان داد که بازیکنان بالیدگی زود هنگام در متغیرهای ظرفیت هوازی، سرعت و قدرت و توان از هم‌تیمی-های دیر هنگام خود بهتر عمل می‌کنند (۱۲). با وجود این، به نظر می‌رسد بازیکنانی که از نظر بالیدگی و هم سطح هورمونی پیشرفته‌تر هستند، در اجرای تکنیک‌های فوتبال عملکرد بهتری را در رابطه با هم‌تایان دیر هنگام خود ارائه می‌دهند (۱۵). همچنین، مستند شده است که تمرینات فوتبال تراز اول منجر به بهبود کیفیت جسمی بیشتر در جوانانی که، در دوران جهش رشد هستند می‌شود (۱۶-۱۸). این پیشرفت‌ها همچنین می‌توانند با تغییرات هورمونی که در طول رشد رخ می‌دهند مربوط باشد عمدتاً با عملکرد هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین مرتبط هستند که ممکن است توسط محرک‌های آموزشی تنظیم شوند (۱۹). محور هورمون رشد-فاکتور رشد شبه انسولین-^۳ مسئول محیط آنابولیک است که منجر به رشد طبیعی و سالم کودکان می‌شود (۲۰). همچنین، از شروع و تا پایان بلوغ انتظار می‌رود افزایش در این محیط آنابولیک اتفاق افتد (۲۱)، و همچنین تمرینات ورزشی می‌توانند در تولید یا مهار هورمون‌های رشد تأثیر داشته باشند (۱۷، ۲۲). علاوه بر این، به نظر می‌رسد وضعیت بالیدگی و فعالیت هورمونی با عملکرد بدنی در فوتبال رابطه دارد (۹). اگرچه بارهای تمرینی به دلیل ایجاد پاسخ‌های التهابی، باعث کاهش غلظت فاکتور رشد شبه انسولین می‌شوند (۲۳)، اما قرار گرفتن در

¹ Peak Height Velocity

² Fels Method

³ GH-IGF-1 Axis

معرض ورزش داریم باعث سازگاری‌های مثبتی می‌شود که مربوط به افزایش هورمون رشد در گردش خون است (۲۱).

از آنجایی که بازیکنان بالیدگی زود هنگام معمولاً بلندتر از هم سن و سالهای بالیدگی دیرتر خود هستند (۹)، این یک روال معمول است که باشگاه‌ها بازیکنان بالیدگی دیر هنگام را با توجه به ساختار کوچکتر خود حذف می‌کنند (۳، ۵). به عنوان یک نتیجه، شناسایی استعداد از یک رویکرد تک بعدی پیروی می‌کند، بطوریکه که انتخاب بازیکنان عمدتاً مبتنی بر فیزیک است، که در آن بازیکنان بالیدگی زود هنگام به طور طبیعی از مزایای بیشتری برخوردار می‌شوند (۲۴، ۲۵). در حقیقت، از دیدگاه کوتاه مدت، برخی مطالعات نشان داد که بازیکنان بالیدگی زود هنگام مسافت بیشتری را نسبت به بازیکنان بالیدگی دیر هنگام می‌دوند (۱۳، ۲۶). در واقع، گوتو^۱ و همکاران (۲۶)، نشان دادند که در یک تیم فوتبال زیر ۱۴ سال، بازیکنان با بالیدگی زود هنگام مسافت بیشتری از مسابقه را نسبت به بالیدگی دیر هنگام، عمدتاً هم با شدت بالاتر و هم مدت زمان بیشتری می‌دوند (۲۶). این شواهد ممکن است این واقعیت را بیان کنند که در آن سطوح رقابتی خاص، تیم‌ها در مرحله بحرانی بالیدگی قرار دارند که تغییرات هورمونی به صورت برجسته‌تری در حال شکل‌گیری هستند (۲۰، ۲۱). با این حال، هنوز در مورد این یافته‌ها اتفاق نظر وجود ندارد (۲۷). انتظار می‌رود مربیان در مرحله حساس بلوغ عمدتاً، بازیکنان زود هنگام را برای رقابت به دلیل خصوصیات مورفولوژیکی و جسمی بهتر و همچنین عملکرد بهتر در مسابقات ترجیح دهند (۳، ۲۸). اگرچه این ترجیحات وجود دارد، اما شواهد کمی از ابعاد موثر در مدت زمان شرکت در مسابقات بازیکنان فوتبال جوان را تایید می‌کند. در واقع، گوتو و همکاران (۲۶) نشان دادند که بازیکنان بالیدگی زود هنگام فرصت بیشتری برای شرکت در مسابقات در رده‌های سنی پایین‌تر به لحاظ زمانی دارند، اما با بالاتر رفتن سطح رقابت تایید این مطلب خیلی ساده نیست. علاوه، این فرضیه مطرح می‌شود که بازیکنانی که خصوصیات بدنی بهتری دارند، ممکن است شانس بیشتری برای انتخاب شدن برای رقابت و در نتیجه، زمان بیشتری برای شرکت در مسابقات داشته باشند. همچنین، ممکن است هورمون‌های رشد نقش معناداری در زمان شرکت در مسابقات داشته باشند، زیرا با سطوح بالیدگی ارتباط دارند و در نتیجه باعث کیفیت بدنی بهتری می‌شوند.

وضعیت بالیدگی در کوتاه مدت و رویکرد انتخاب بازیکنان بر اساس ویژگیهای بدنی، برای رقابت و زمان شرکت در مسابقات ممکن است تأثیر منفی دو برابری بر میزان بکارگیری بازیکنان نخبه جوان داشته باشد. در حقیقت، عدم حمایت از بازیکنان بالیدگی دیر هنگام ممکن است منجر به ترک ورزش و زمان کمتر شرکت در مسابقات شود، و در مورد بازیکنان بالیدگی زود هنگام، عدم رسیدن به رده‌های بزرگسالان را در پی داشته باشد (۲۹، ۳۰). با این حال شواهد کمی وجود دارد (۲۶) که از تأثیر دیدگاه چند عاملی در انتخاب برای رقابت و زمان شرکت در مسابقات را پشتیبانی کند. در حقیقت، این رویکرد چند عاملی از جمله وضعیت بالیدگی، سطح آمادگی جسمانی و نقش تغییرات هورمونی بر انتخاب و زمان شرکت در مسابقات تأثیرگذار است و همچنین تأثیرگذاری عملکرد مربیان و تمرینات را باید مورد توجه قرار گیرد. این نگرش اطلاعات قوی‌تر بیشتری با توجه به عوامل تعیین کننده فعلی تأثیرگذار در انتخاب و زمان شرکت در مسابقات برای بازیکنان در آکادمی‌های فوتبال باشگاهی به ما می‌دهد.

¹ Goto

بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط بین مدت زمان شرکت در مسابقات با میزان بالیدگی، ظرفیت هوازی، توان بی‌هوازی، توان انفجاری، هورمون رشد و فاکتور شبه انسولین و عوامل پیش‌بینی‌کننده مدت زمان شرکت در مسابقات در بازیکنان فوتبال نخبه زیر ۱۵ سال پسر طراحی شد.

روش پژوهش

این تحقیق به عنوان یک مطالعه نیمه تجربی و کوهورت برنامه‌ریزی شده است که به صورت مقطعی انجام شده و نتایج آن کاربردی خواهد بود. ۳۰ بازیکن فوتبال نخبه پسر (میانگین \pm انحراف استاندارد: سن: $0/23 \pm 14/63$ سال؛ قد: $172/4 \pm 7/6$ سانتی‌متر؛ وزن: $10/32 \pm 59/48$ کیلوگرم؛ سن اسکلتی: $0/99 \pm 15/01$ سال؛ میزان اکسیژن مصرفی بیشینه: $0/71 \pm 48/72$ میلی‌لیتر در ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه) که در لیگ برتر زیر ۱۵ سال ایران بازی می‌کردند، در این مطالعه حضور داشتند. در بین این بازیکن ۳ دروازه بان، ۱۲ مدافع، ۵ هافبک میانی، ۶ وینگر و ۴ مهاجم حضور داشتند. معیارهای ورود به سیستم عبارتند از: (۱) حداقل ۳ سال بازی در زمینه فوتبال. (۲) مشارکت فعال و منظم در تمام مراحل مطالعه؛ (۳) عدم اجازه استفاده از مکمل‌هایی را که بر رشد و بلوغ تأثیر دارد. و (۴) شرکت کنندگان مجاز به انجام تمرینات اضافی نبودند. معیارهای حذف: (۱) شرکت نکردن در ۸۰٪ تمرینات کل فصل؛ (۲) در یکی از آزمایش‌های پزشکی یا جسمانی مطالعه شرکت نکرده باشند. این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه اصفهان با کد اخلاق: IR.UI.REC.1399.001 و همچنین توصیه‌های حقوق اخلاقی به دنبال بیانیه هلسینکی تأیید شده است. قبل از شروع مطالعه، بازیکنان و والدین آنها در مورد خطرات و مزایای این مطالعه مطلع شدند همچنین والدین نامه اجازه این تحقیق را امضا کردند و در هر زمان از پژوهش اجازه داشتند این پژوهش را ترک کنند.

بازیکنان هر هفته در یک بازی رسمی یا غیررسمی شرکت می‌کردند و مدت زمان آن به شکل دقیق بوسیله یکی از مربیان با کرومومتر اندازه‌گیری و در فرم مربوطه ثبت می‌شد. شرکت کنندگان در فصلی که طبق برنامه مطالعه انجام شد، تحت نظر قرار گرفتند و پس از پایان فصل، آزمایشات انجام شد. جدول زمانی پژوهش را می‌توان در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱: دوره کنترل و ارزیابی در طول فصل

| سال | ۱۳۹۷ | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------------|------|-----|----|--|-------|----------------|---------------------|--|
| | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | فروردین | مجموع | |
| مراحل | مرحله اول آمادگی (هشت هفته) | | مرحله اول (بازیهای استانی) | | | | دومین مرحله آمادگی (شش هفته) | | مرحله کشوری | ارزیابی در ۴ روز | |
| بازی رسمی | ۰ | ۰ | ۴ | ۴ | ۴ | ۶ | ۰ | ۴ | ۰ | ۲۲ | |
| بازی غیر رسمی | ۴ | ۶ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۶ | ۰ | ۰ | ۱۹ | |

آزمون‌ها پس از سه روز استراحت از آخرین جلسه تمرین شروع شد و طی چهار روز انجام شد. در صبح روز اول بازیکنان برای آزمایش خون و سیستم تصویربرداری ای. او. اس^۱ به آزمایشگاه رفتند و سپس اندازه‌گیریهای آنتروپومتریک انجام شد. در روز دوم آزمون پرش عمودی معکوس^۲ انجام شد. در روز سوم توان بی‌هوازی مورد آزمایش قرار گرفت که پس از انجام آزمون توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، بهترین رکورد و بدترین رکورد در این مقاله گزارش شد. در روز چهارم، آزمون ظرفیت هوازی شرکت‌کنندگان ارزیابی شد. همه آزمایشات در شرایط آب و هوایی یکسان (دما ۲۳-۲۱ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵۰٪) در صبح انجام شد (۳۱).

برای اندازه‌گیری قد ایستاده، شرکت‌کنندگان در روی استادیومتر بدون کفش و جوراب با پاهای کنار هم و تا حد ممکن چسبیده به استادیومتر از پاشنه، باسن، تیغه‌های شانه، پشت سر ایستادند. برای قد نشسته، شرکت‌کنندگان روی نیمکت ۵۰ سانتی متری نشستند و باسن خود را تا جایی که ممکن بود به استادیومتر نزدیک کردند، بالا تنه خود را صاف نگه داشتند و دستان خود را روی پاهایشان گذاشتند، سپس قد آنها را ارزیابی کردیم. فاصله بین تیغه قدسنج در بالای سر تا محل نشیمنگاه نیمکت ۵۰ سانتی متری به عنوان قد نشسته بوسیله قدسنج سکا مدل ۲۱۳، ساخت آلمان، با دقت ۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری وزن شرکت‌کنندگان که فقط یک شورت ورزشی پوشیده بودند از ترازوی سکا مدل ۸۱۳ ساخت آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. (۳۲). برای محاسبه انحراف بالیدگی از فرمول زیر استفاده شد:

$$+ (\text{طول پا} * \text{سن تقویمی}) - ۰/۰۰۱۶۶۳ - (\text{قد نشسته} * \text{طول پا}) + ۰/۰۰۲۷۰۸ + ۰/۰۰۲۳۶ - ۹ = \text{انحراف بالیدگی}$$

$$+ (\text{نسبت وزن به قد}) + ۰/۰۲۲۹۲ - (\text{قد نشسته} * \text{سن تقویمی}) + ۰/۰۰۲۲۱۶$$

(سانتیمتر) قد نشسته - (سانتیمتر) قد ایستاده = اندازه طول پا

برای ارزیابی سن اسکلتی رادیوگرافی خلفی-قدامی مچ دست چپ توسط سیستم تصویربرداری EOS گرفته شد تا یک تصویر دو بعدی ایجاد شود. یکی از مزایای این سیستم تصویربرداری EOS این است که میزان تابش اشعه آن ۵۰ تا ۸۵ درصد کمتر است (۳۳، ۳۴) یا از طرف دیگر شرکت‌کنندگان تقریباً ۱۶ تا ۳۴ برابر دوز کمتری اشعه دریافت می‌کنند (۳۵) و کیفیت تصویر به طور قابل توجهی بهتر از سیستم رادیوگرافی دیجیتال اشعه ایکس است (۳۶، ۳۷). سپس رادیوگرافی توسط یک متخصص برای محاسبه سن اسکلتی و خطای استاندارد بوسیله روش فلس ارزیابی شد. روش فلس روشی برای تخمین سن اسکلتی است که با یک سری معیارها در رادیوگرافی مچ دست سن اسکلتی را تعیین می‌کند و از قابلیت اطمینان بالاتری نسبت به سایر روش‌ها در ارزیابی اسکلتی برخوردار است [۶]. روش فلس برای هر استخوان مچ دست معیارهای خاصی دارد و همچنین از نسبت عرض ایفیز و دیافیز، عرض زند زیرین، زبرین، استخوانهای مچ دست و انگشتان استفاده می‌کند، پس از تعیین نسبت و درجه بالیدگی هر معیار، این اعداد به نرم افزار فلس اچ دابلو ورژن یک^۳ وارد می‌شوند تا سن اسکلتی و خطای استاندارد محاسبه شود. برای محاسبه سن تقویمی، تفاوت بین تاریخ تولد و تاریخ انجام رادیوگرافی مچ دست تا دو اعشار محاسبه شد. بعد از اینکه سن اسکلتی بازیکنان ارزیابی شد، برای طبقه‌بندی وضعیت بالیدگی شرکت‌کنندگان سن تقویمی را از سن اسکلتی کم کردیم و در نهایت، اگر عدد بدست آمده بیش از ۱+ بود، شرکت‌کننده

¹ EOS Imaging System

² Counter Movement Jump

³ Fels hw 1.0

در طبقه بالیدگی زود هنگام قرار می‌گرفت، اگر وضعیت بلوغ کمتر از ۱- بود، شرکت کننده در طبقه بالیدگی دیر هنگام قرار می‌گرفت و اگر وضعیت بلوغ بین ۱+ و ۱- باشد، شرکت کننده بالیدگی نرمال داشت.

به منظور تعیین سطح هورمون رشد و فاکتور شبه انسولین، حداقل پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، ۱۰ میلی لیتر خون از رگ بازوی هر شرکت کننده در ساعت ۸ صبح در آزمایشگاه بیمارستان الزهرا (س) گرفته شد و نمونه‌ها بلافاصله در آزمایشگاه سانتریفیوژ شدند. بعد از این مرحله، سرم از خون خارج شد و برای اندازه‌گیری هورمون‌های مربوطه استفاده شد. برای اندازه‌گیری هورمون‌های مد نظر، روش کمی لومینسانس^۱ و سیستم ایمولیت^۲ استفاده شد. برای هورمون رشد از کیت آلمانی برای همین دستگاه استفاده شد که حساسیت تحلیل کیت ۰/۰۱ نانوگرم در میلی لیتر، با ضریب میانگین سنجش بین روش سنجش متغیر ۳/۷۶ درصد، برای میانگین غلظت ۷/۳ نانوگرم در میلی لیتر بود. برای تست فاکتور رشد شبه انسولین از کیت آلمانی برای همین دستگاه استفاده شد که حساسیت آن ۱۳/۳ نانوگرم در میلی لیتر، با میانگین CVs، ۴/۴٪ و میانگین غلظت ۳۷۹/۸۳ نانوگرم در میلی لیتر بود.

برای ارزیابی قدرت انفجاری پایین تنه (۳۸)، از آزمون CMJ استفاده کردیم، همه شرکت کنندگان به شکل استاندارد، ۱۰ تا ۱۵ دقیقه آهسته دویدن را برای گرم کردن انجام دادند و متعاقب آن ۵ تا ۶ دو سرعت، پرش عمودی، جهش‌های افقی و پرش‌های عمودی را انجام دادند، و قبل از آزمون هر شرکت کننده یک یا دو پرش آزمایشی برای آشنایی با تست انجام داد. شرکت کننده در حالی که دستهای کنار بدن روی لبه جانبی لگن بود، روی پد ایستاد و مفاصل زانوی خود را تا حدود ۹۰ درجه خم کرد و سپس با حداکثر قدرت با دستور آزمانگر به صورت عمودی پرید. دومین تست پس از ۵ دقیقه استراحت انجام شد و بهترین عملکرد او برای این آزمون ثبت شده است. رکورد این آزمون به سانی متر گزارش شده است (۳۹).

آزمون هفت بار سرعت تکراری^۳ که به آزمون خمیده بنگسبو نیز شناخته می‌شود و در این مقاله به نام آزمون 7RST نامیده خواهد شد، برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی استفاده شد. طبق پروتکل آزمون، هر شرکت کننده باید ۷ سرعت خمیده را انجام دهد و بین هر یک از این ۷ سرعت ۲۵ ثانیه زمان برای ریکاوری دارد. شرکت-کنندگان به مدت ۱۵ دقیقه زیر نظر مربی بدنساز گرم کردند، گرم کردن شامل آهسته دویدن، کشش پویا، تمرینات چابکی، تعادل و هماهنگی^۴ و حداکثر سرعت بود. برای تست هر شرکت کننده با حداکثر سرعت با علامت آزمونگر شروع به دویدن می‌کند و پس از طی کردن نقطه پایان ۲۵ ثانیه زمان برای ریکاوری و بازگشت به نقطه شروع دارد. پس از اینکه ۲۵ ثانیه شرکت کننده دومین اجرای خود را با حداکثر سرعت دوباره دوید و همین کار را تا هفتمین دو ادامه می‌دهد. در نهایت همه رکوردها در برگه مربوط به این آزمون ثبت گردید و در بین تمام اجراها، کمترین زمان ثبت شده بوسیله هر شرکت کننده برای وی به عنوان بهترین رکورد، بالاترین زمان ثبت شده بوسیله هر شرکت کننده برای وی به عنوان بدترین رکورد و تفاوت بین بدترین رکورد و بهترین رکورد به عنوان شاخص خستگی محاسبه شد (کمترین زمان ثبت شده-بیشترین زمان ثبت شده = شاخص خستگی) (۴۰). اگر هر کدام از شرکت کنندگان یکی از ۷ اجرا را به هر دلیلی مانند سر خوردن از دست بدهد، میانگین ۶ رکورد دیگر برای او ثبت می‌شود. این تست توسط حسگرهای فوتو فینیش که در ابتدا و انتهای مسیر

¹ ChemiLuminescence

² IMMULITE (2000xpi Systems, company SIMENS Germany)

³ 7RST= 7Repeated Sprint Test

⁴ Agility, Balance, Coordination (ABC)

قرار داشتند اجرا شد و از کرومومتر برای اندازه گیری زمان ۲۵ ثانیه استفاده شد. برای اندازه گیری این آزمون و آزمون CMJ از دستگاه نیو پاور تایمر^۱ ساخت فنلاند استفاده شد.

از آزمون یوبو متناوب سطح یک برای تعیین ظرفیت هوازی بازیکنان استفاده شد. در این آزمون، هر ورزشکار بین سه نقطه در رفت و برگشت است که برای دویدن فاصله رفت و برگشت ۲۰ متری، و برای ریکاوری فعال، فاصله رفت و برگشت ۵ متری در نظر گرفته شده است. بازیکنان به مدت ۱۵ دقیقه به شکل استاندارد گرم کردند که گرم کردن شامل آهسته دویدن، کشش پویا، تمرین ABC و دوهای سرعتی کوتاه زیر نظر مربی بدنساز بود. در این تست بازیکنان باید با هر علامت بوق که بوسیله اسپیکر پخش می شود در در نقطه مد نظر باشند و سرعت اجرا در هر مرحله ۰/۵ کیلومتر در ساعت افزایش می یابد در صورتی که هنگام شنیدن بوق بازیکن با خط بیش از ۲ متر فاصله داشته باشد برای وی خطا ثبت می شود و بعد از انجام دو خطا آزمون برای وی پایان می یابد و آخرین سطح به عنوان رکورد برای وی ثبت خواهد شد. میزان اکسیژن مصرفی بیشینه بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (۴۱).

$0/0084 + 36/4 \times (\text{متر})$ مسافت پیموده شده = (میلی لیتر در ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه) میزان اکسیژن مصرفی بیشینه

روش های تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ انجام شد. سطح معنی داری در در سطح کمتر از ۰/۰۵ انجام شد. داده ها به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه می شوند. برای بررسی فرض طبیعی داده ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای تعیین ارتباط بین وضعیت های بالیدگی، سن اسکلتی، آزمون های آمادگی جسمانی با مدت زمان بازی از آزمون همبستگی پیرسون انجام شد. برای تحلیل داده های هورمون رشد که از فرض طبیعی برخوردار نبود، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. برای تعیین میزان شدت ضرایب همبستگی، معیارهای: $> 0/1 =$ بی اهمیت؛ $0/1$ تا $0/3 =$ کم؛ $0/3$ تا $0/5 =$ متوسط؛ $0/5$ تا $0/7 =$ بالا؛ $0/7$ تا $0/9 =$ بسیار بالا؛ و $< 0/9 =$ تقریباً کامل استفاده شد (۴۲). همچنین، برای پیش بینی زمان های بازی با توجه به متغیرهای مورد پژوهش از رگرسیون خطی چندگانه بین متغیرهای وابسته و مستقل استفاده شد.

یافته ها

خصوصیات توصیفی بازیکنان در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر به عنوان میانگین \pm انحراف معیار گزارش شده اند. در طول ۴۱ بازی کل فصل به طور میانگین $1360/50 \pm 271/41$ دقیقه شرکت در مسابقات در طول دوره مطالعه بود انجام شده است.

بعد از بررسی میزان همبستگی بین مدت زمان شرکت در مسابقات و وضعیت بالیدگی، ویژگی های فیزیولوژیک و سطح هورمونی مشخص شد که، بین مدت زمان شرکت در مسابقات و متغیرهای، شاخص خستگی ($P=0/02$) و ($r=-0/44$)، هورمون شبه انسولین ($P=0/04$) و ($r=0/39$)، و همچنین بین سن اسکلتی با متغیرهای انحراف بالیدگی ($P=0/01$) و ($r=0/66$) و پرش عمودی ($P=0/05$) و ($r=0/38$)، به علاوه بین انحراف بالیدگی و پرش عمودی ($P=0/03$) و ($r=0/40$)، رابطه معناداری وجود داشت (جدول ۳). علاوه بر این، بین حداکثر اکسیژن مصرفی و متغیرهای پرش عمودی ($P=0/46$) و ($r=0/46$) و هورمون رشد ($P=0/00$) و ($r=0/52$)، و همچنین

¹ New Power Timer Model 300

بین دو پارامتر پرش عمودی و هورمون رشد ($P=0/00$) و ($r=0/53$)، رابطه معناداری وجود داشت. (جدول شماره ۳)

جدول ۲: ویژگی‌های توصیفی بازیکنان

| متغیرها | میانگین \pm انحراف استاندارد | متغیرها | میانگین \pm انحراف استاندارد |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| قد (سانتی متر) | ۱۷۲/۴۱ \pm ۷/۶ | بدترین سرعت تست 7RST (ثانیه) | ۷/۱۵ \pm ۰/۲۷ |
| وزن (کیلوگرم) | ۵۹/۴۸ \pm ۱۰/۳۲ | شاخص خستگی (ثانیه) | ۰/۵۶ \pm ۰/۲۹ |
| سن تقویمی (سال) | ۱۴/۶۲ \pm ۰/۲۳ | پرش عمودی (سانتی متر) | ۳۹/۴۷ \pm ۵/۷۰ |
| سن اسکلتی (سال) | ۱۵/۰۱ \pm ۰/۹۹ | هورمون رشد (ng/dl) | ۱/۱۷ \pm ۱/۳۰ |
| انحراف بالیدگی (سال) | ۱/۰۵ \pm ۰/۵۲ | هورمون فاکتور شبه انسولین (ng/dl) | ۴۵۷/۹ \pm ۱۱۱/۸۶ |
| اکسیژن مصرفی بیشینه ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) | ۴۸/۷۱ \pm ۲/۷۱ | مدت زمان شرکت در مسابقات (دقیقه) | ۱۳۶۰/۵۰ \pm ۲۷۱/۴۱ |
| بهترین سرعت تست 7RST (ثانیه) | ۶/۵۸ \pm ۰/۳۴ | # | # |

جدول ۳: تحلیل همبستگی پیرسون و اسپیرمن

| متغیر | β_0 | β_1 | β_2 | β_3 | β_4 | β_5 | β_6 | β_7 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| مدت زمان شرکت در مسابقه (β_0) | ۱ | | | | | | | |
| سن اسکلتی (β_1) | ۰/۳۴ | ۱ | | | | | | |
| انحراف بالیدگی (β_2) | ۰/۰۸ | ۰/۶۷** | ۱ | | | | | |
| اکسیژن مصرفی بیشینه (β_3) | ۰/۲۳ | -۰/۰۲ | -۰/۱۱ | ۱ | | | | |
| شاخص خستگی (β_4) | -۰/۴۴* | ۰/۰۱ | ۰/۲۷ | -۰/۱۳ | ۱ | | | |
| پرش عمودی معکوس (β_5) | ۰/۱۶ | ۰/۳۸* | ۰/۴۰* | ۰/۴۶* | ۰/۲۲ | ۱ | | |
| سطح هورمون رشد (β_6) *** | ۰/۲۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۵۲** | -۰/۰۳ | ۰/۵۳** | ۱ | |
| سطح هورمون رشد شبه انسولین (β_7) | ۰/۳۹* | ۰/۰۲ | ۰/۱۰ | ۰/۲۴ | -۰/۰۳ | ۰/۳۱ | ۰/۱۷ | ۱ |

ضریب همبستگی اسپیرمن *** $P < 0/05$ * $P < 0/1$ **

بعد از انجام رگرسیون خطی بین مدت زمان شرکت در مسابقات و پارامترهای دیگر مشخص شد که شاخص خستگی ($P=0/05$)، $B=-402/89$ ، $F(1,28)=6/627$ ، $R^2=0/19$ با $B=0/938$ ، $F(1,28)=4/92$ ، $R^2=0/15$ می‌توانند به طور معناداری مدت زمان شرکت در مسابقات را پیش بینی کنند. به عبارت دیگر هر ثانیه کاهش در شاخص خستگی، می‌تواند باعث افزایش $402/89$ دقیقه‌ای در

مدت زمان شرکت در مسابقات شود و همین طور به ازای افزایش هر نانوگرم در دسی لیتر از فاکتور رشد شبه انسولین مدت زمان شرکت در مسابقات ۰/۹۳۸ دقیقه افزایش نشان دهد. و دیگر متغیرهای مورد پژوهش قادر به پیش بینی مدت زمان شرکت در مسابقات نبودند.

همچنین رگرسیون خطی چندگانه مشخص کرد که وضعیتهای بالیدگی، آزمونهای جسمانی و سطوح هورمونی مورد پژوهش به طور معناداری ($F(7,22) = 2/97, P = 0/024$) با R^2 برابر با ۰/۴۹ قادر به پیش‌بینی مدت زمان شرکت در مسابقات بازیکنان می باشد (جدول ۴)، لازم به ذکر که این رگرسیون خطی چندگانه از معادله زیر محاسبه گردید.

(اکسیژن مصرفی بیشینه) β_3 + (انحراف بالیدگی) β_2 + (سن اسکلتی) β_1 + β_0 = مدت زمان شرکت در مسابقات
 + β_4 * (شاخص خستگی) + β_5 * (پرش عمودی) + β_6 * (هورمون رشد) + β_7 * (فاکتور رشد شبه انسولین)

جدول ۴: تحلیل رگرسیون خطی چندگانه

| متغیر | Beta | تخمین | آماره t | سطح معناداری | حدود اطمینان ۹۵ درصد | |
|---|-----------|---------|---------|--------------|----------------------|----------|
| | | | | | حد بالا | حد پایین |
| مدت زمان شرکت در مسابقه (دقیقه) | β_0 | -۵۴۷/۰۱ | -۰/۴۲۴ | ۰/۶۷۵ | -۳۲۱۹/۷۵۸ | ۲۱۲۵/۷۲۱ |
| سن اسکلتی (سال) | β_1 | ۱۰۵/۲۵ | ۱/۷۲ | ۰/۰۹۹ | -۲۱/۶۰۴ | ۲۳۲/۱۱۳ |
| انحراف بالیدگی (سال) | β_2 | -۴۰/۳۶ | -۰/۳۴۵ | ۰/۷۳۳ | -۲۸۳/۰۰۱ | ۲۰۲/۲۸۱ |
| اکسیژن مصرفی بیشینه ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) | β_3 | ۴/۹۰ | ۰/۲۳۸ | ۰/۸۱۴ | -۳۷/۷۷۲ | ۴۷/۵۷۷ |
| شاخص خستگی (ثانیه) | β_4 | ۳۳۷/۷۹ | -۲/۱۳۲ | ۰/۰۴۴ | -۶۶۶/۳۲۳ | -۹/۲۵۷ |
| پرش عمودی (سانتی متر) | β_5 | -۲/۸۳ | -۰/۲۷۵ | ۰/۷۸۶ | -۲۴/۱۴۶ | ۱۸/۴۹۰ |
| هورمون رشد (ng/dl) | β_6 | ۳۵/۵۹ | ۰/۹۶۴ | ۰/۳۵۵ | -۴۲/۴۶۴ | ۱۱۳/۶۴۴ |
| فاکتور شبه انسولین (ng/dl) | β_8 | ۰/۸۵۴ | ۲/۱۴۲ | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۲۷ | ۱/۶۸۰ |
| $R^2 = 0/49$ | | | | | | |

بحث و بررسی

هدف از پژوهش حاضر تجزیه و تحلیل روابط بین مدت زمان شرکت در مسابقات با سن اسکلتی، اکسیژن مصرفی بیشینه، شاخص خستگی، آزمون CMJ، هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین و توضیح چگونگی تأثیر این فاکتورها بر مدت زمان شرکت در مسابقات بود. یافته های اصلی پژوهش حاضر این بود که مدت زمان شرکت در مسابقات با شاخص خستگی همبستگی متوسط منفی داشت، با فاکتور رشد شبه انسولین در اندازه متوسط همبستگی مثبت داشت، سن اسکلتی با انحراف بالیدگی همبستگی بالا داشت علاوه بر این، پرش عمودی با سن اسکلتی، انحراف بالیدگی و اکسیژن مصرفی بیشینه همبستگی متوسط داشت. مدل رگرسیون خطی چندگانه با استفاده از وضعیت بالیدگی، شاخص خستگی، آزمون CMJ، هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین ۴۹٪ مدت زمان شرکت در مسابقات را پیش‌بینی می‌کند. و همین در تحلیل رگرسیون خطی، متغیرهای

مستقل شاخص خستگی و فاکتور شبه انسولین جداگانه قادر به تعیین زمان شرکت در مسابقات توسط مدل بودند ولی دیگر متغیرها برای پیش‌بینی معنادار نبودند.

اولین هدف مطالعه حاضر بررسی همبستگی بین مدت زمان شرکت در مسابقات با سطح بالیدگی (از جمله هورمون‌ها) و ویژگی‌های آمادگی جسمانی مورد پژوهش بود. نتایج ما فقط همبستگی متوسط بین شاخص خستگی و فاکتور شبه انسولین را با مدت زمان شرکت در مسابقات نشان داد، شاید این عدم همبستگی بین سطح بالیدگی به این دلیل باشد که نمونه‌های ما در سن اسکلتی و در انحراف بالیدگی تفاوت معناداری نداشتند. علاوه بر این، تمام نمونه‌ها حداقل نیم سال از زمان انحراف بالیدگی عبور کرده‌اند. مطالعات دیگر همبستگی بین وضعیت بالیدگی و آمادگی جسمانی را آزمون کردند (۴۳) و اکثریت آنها نشان داد که پسران بالیدگی زود هنگام در اواسط و اواخر موفق‌تر هستند. در مقابل آن، چانا^۱ و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بالیدگی بیولوژیکی بر هیچ کدام از پارامترهای آستانه تهویه‌ای و میزان اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان جوان فوتبال، تأثیر نمی‌گذارد. با این حال، ارزیابی بالیدگی به روش‌های مختلفی در آن مطالعات انجام شده است، که نشان می‌دهد باید مطالعات بیشتری در این زمینه انجام شود. با این وجود، برای جمعیت پسر نوجوان به طور کلی، مالینا^۲ و همکاران (۲۰۰۴) متوجه شدند که تکامل قدرت و توان پس از انحراف بالیدگی، باعث می‌شود سرعت دیدن و حداکثر قدرت هوازی به حداکثر رشد برسند.

همبستگی بین مدت زمان شرکت در مسابقات و وضعیت آمادگی جسمانی نیز در تجزیه و تحلیل گنجانده شد، که بین شاخص خستگی و مدت زمان شرکت در مسابقات همبستگی متوسطی ثبت شده است. از بین متغیرهای پژوهش پرش عمودی همبستگی متوسطی را با سن اسکلتی، انحراف بالیدگی و اکسیژن مصرفی بیشینه داشت. علاوه بر این، مورتاق^۳ و همکاران (۲۰۱۸)، متوجه شدند که، در بین فاکتورهای بدنی، پرش عمودی مشخصه‌ای از بازیکنان نخبه فوتبال جوانان است. در مجموع، این یافته‌ها نشان می‌دهد بازیکنانی که عملکرد بدنی بهتری دارند ممکن است شانس بیشتری برای انتخاب داشته و در نتیجه مدت زمان بیشتری در مسابقه حضور داشته باشند.

روابط بین وضعیت بالیدگی و عملکرد بدنی (۴۳) و روابط بین فعالیت هورمونی و عملکرد بدنی قبلاً در سایر مطالعات بررسی شده است (۱۷). افزایش هورمون رشد در پلاسما بعد از ورزش کاملاً مستند شده است (به عنوان مثال فلاناگان^۴ و همکاران ۱۹۹۷؛ گالبو^۵ و همکاران ۱۹۸۵). طبق ادبیات پیشینه (خالد^۶ و همکاران ۲۰۲۰)، مدت و شدت تمرین و نوع آن تأثیر مهمی بر غلظت فاکتور رشد شبه انسولین دارد با عملکرد محور هورمون رشد-فاکتور شبه انسولین بر متابولیسم بدن مانند متابولیسم پروتئین و ترکیب بدنی تأثیر می‌گذارد. (رودریگز-آرنائو^۷ و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج ما همبستگی بالایی بین هورمون رشد با حداکثر اکسیژن مصرفی و پرش عمودی نشان داد. در حقیقت، مطالعه‌ای که روی ۱۸ بازیکن نخبه فوتبال از سطح رقابتی زیر ۱۷ سال انجام شد، نشان داد که وقتی نمو بلوغ با تمرینات فوتبال همراه شود غلظت هورمون رشد را افزایش می‌دهد و سطح بالاتر فاکتور رشد

¹ Cunha

² Malina

³ Murtagh

⁴ Flanagan

⁵ Galbo

⁶ Khalid

⁷ Rodriguez-Arno

شبه انسولین با عملکرد بهتر پرش ارتفاع ارتباط دارد (۱۷). در واقع، یک مطالعه طولی با بررسی رابطه بین وضعیت بالیدگی و عملکرد بدنی نشان داد که کودکانی که به PHV نزدیکتر بودند، عملکرد آنها در پرش عمودی بیشتر بود و همچنین اکسیژن مصرفی بیشینه آنها و ظرفیت بی‌هوازی آنها بالاتر بود، که با نمونه این مطالعه مطابقت دارد (۴۳).

برای تعیین میزان تأثیر هر یک از متغیرهای مستقل تحلیل شده در این پژوهش بر روی مدت زمان شرکت در مسابقات، رگرسیون خطی اجرا شد و نتایج نشان داد که مدت زمان شرکت در مسابقات به طور معناداری ($P=0/05$) تحت تأثیر ۱۹٪ شاخص خستگی و ۱۵٪ فاکتور رشد شبه انسولین قرار دارد. جالب توجه است، یک مطالعه مقایسه عملکرد بدنی بین بازیکنان آکادمی و غیر آکادمی نشان داد که برنامه‌های طولانی مدت آموزش فوتبال، مستقل از سطح بالیدگی، با عملکرد بدنی بهتر همراه هستند (۴۴). در آن مطالعه، نویسندگان اظهار داشتند که میزان پیشرفت عملکرد باید تأثیر بالیدگی را در نظر بگیرد. علیرغم این، به نظر می‌رسد نتایج ما تا حدودی قابل پیش‌بینی است، زیرا انتظار می‌رود کودکان در سن نمونه ما در یک مرحله حیاتی از رشد، قرار دارند یعنی زمانی که هورمون‌های بدن به طور فزاینده‌ای فعال می‌شوند (۱۷، ۲۱). در واقع، این محیط آنابولیک داخلی نمو را تسهیل میکند و در نتیجه سطح بالیدگی را افزایش می‌یابد (۲۰). همچنین، با توجه به این واقعیت که در سطح رقابتی زیر ۱۵ سال در بازیکنان یک تیم اختلاف سنی به لحاظ بیولوژیک وجود دارد، انتظار می‌رود بازیکنان پیشرفته‌تر در سن بیولوژیکی عملکرد بدنی بهتری داشته باشند و بنابراین شانس بیشتری برای انتخاب دارند (۲۹). از این شواهد، به نظر می‌رسد هورمون‌های موثر همراه با خصوصیات بدنی در انتخاب برای رقابت و در مدت زمان شرکت در مسابقات بیشترین اهمیت را دارند و باید در مراحل انتخاب و توسعه استعداد مد نظر مربیان قرار گیرند. گرچه رگرسیون‌های خطی ساده ممکن است بین متغیرهای پاسخ (وابسته) و توضیحی (مستقل) رابطه برقرار کنند، اما اینکه یک متغیر مستقل واحد ارزش واقعی متغیر وابسته را پیش‌بینی کند دشوار است (۴۵). این مسئله به دلیل این واقعیت است که ابعاد دیگر ممکن است بر متغیر وابسته واقعی تأثیر بگذارد. با توجه به اینکه، پس از اجرای رگرسیون خطی چندگانه (رویکرد چند عاملی)، نتایج ما نشان داد که وضعیت بالیدگی، تعاملات سطح هورمونی و آمادگی بدنی ۴۹٪ مدت زمان شرکت در مسابقات را پیش‌بینی می‌کند. با وجود این، هنگام تجزیه و تحلیل متغیرهای مستقل به تنهایی (در مدل فعلی) تعیین زمان شرکت در مسابقات امکان‌پذیر نبود. شواهد کمی وجود دارد که چه چیزی روی مدت زمان شرکت در مسابقات تأثیر می‌گذارد (۲۶، ۲۹)، با این حال، دپرز^۱ و همکاران (۲۹) از طریق یک مدل رگرسیون خطی چندگانه نشان دادند که توان انفجاری مهمترین عامل تعیین کننده ۱۶/۷٪ از واریانس در مدت زمان شرکت در مسابقات است. علاوه بر این، همانطور که قبلاً ذکر شد، مدل ما صرفاً تأثیرگذاری دو فاکتور شاخص خستگی و فاکتور رشد شبه انسولین را بیان کرد در حالی که قادر به پاسخگویی به تاثیر سایر موارد توضیحی نبوده است. در حقیقت، ویژگی‌های بدنی بهترین عامل تعیین کننده برای انتخاب بازیکنان برای رقابت در نظر گرفته می‌شود، زیرا این امر به بازیکنان بالیدگی زود هنگام مربوط می‌شود و آنها به دلیل وضعیت بالیدگی پیشرفته، ارائه کیفیت بدنی بهتری دارند (۳). علاوه بر این، توجه به متغیرهای مستقل به تنهایی عاقلانه به نظر نمی‌رسد، زیرا یک رویکرد چند عاملی (متغیرهای توضیحی متقابل) ممکن است درک قوی تری از عوامل تأثیرگذار بر مدت زمان شرکت در مسابقات داشته باشد.

¹ Deprez

این دارای مطالعه محدودیت هایی بود. یکی از محدودیت های عمده مربوط به اندازه نمونه است که در آن فقط یک تیم زیر ۱۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین، سایر ابعاد زمینه ای مانند میزان تمرین (حجم، شدت، فراوانی) در نظر گرفته نشد. با توجه به این، مطالعات طولی با استفاده از اندازه های نمونه بیشتر و ترکیب یک رویکرد چند عاملی، و همچنین وابستگی های موضعی احتمالی موثر بر انتخاب برای رقابت و زمان شرکت در مسابقات باید در نظر گرفته شوند.

با این وجود، طبق دانش ما، این اولین مطالعه ای بود که تأثیر بالیدگی، فعالیت هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین و برخی متغیرهای آمادگی جسمانی را در انتخاب برای رقابت و زمان شرکت در مسابقات تجزیه و تحلیل می کرد. همانطور که تعامل این متغیرها درصد زیادی از مدت زمان شرکت در مسابقات را توضیح می دهد و با توجه به روابط بین هورمون رشد و عملکرد بدنی و مدت زمان شرکت در مسابقات، مریدان باید هنگام انتخاب بازیکنان و تعیین زمان شرکت در مسابقات، این ابعاد را در نظر بگیرند. همچنین، ممکن است خطرات مرتبط با رویکردهای مبتنی بر یک بعدی را کاهش دهد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر، ارتباط مستقیم و معناداری را بین سطوح هورمون رشد با اکسیژن مصرفی بیشینه و عملکرد بدنی نشان داد. همچنین، فاکتور رشد شبه انسولین و شاخص خستگی با زمان بازی به ترتیب همبستگی مستقیم و معکوس معناداری را نشان دادند. در این مطالعه، متغیرهای مستقل شاخص خستگی و فاکتور رشد شبه انسولین قادر به تعیین زمان شرکت در مسابقات در رگرسیون خطی بودند و هنگام ورود همه متغیرها، در رگرسیون خطی چند گانه مدل به طور معناداری ($R^2=0/49$) مدت زمان شرکت در مسابقات را توضیح داد. بنابراین، به نظر می رسد، اکسیژن مصرفی بیشینه، شاخص خستگی و سطوح هورمونهای مورد مطالعه نقش تعیین کننده ای در توضیح انتخاب بازیکنان نوجوان برای شرکت در مسابقه و مدت زمان شرکت در مسابقه دارد.

منابع

1. Ford P, De Ste Croix M, Lloyd R, Meyers R, Moosavi M, Oliver J, et al. The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *Journal of sports sciences*. 2011;29(4):389-402.
2. Lloyd RS, Oliver JL, Faigenbaum AD, Myer GD, Croix MBDS. Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(5):1454-64.
3. Sarmiento H, Anguera MT, Pereira A, Araújo D. Talent identification and development in male football: A systematic review. *Sports Medicine*. 2018;48(4):907-31.
4. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, BEUNEN GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*. 2002;34(4):689-94.
5. Malina RM, Rogol AD, Cumming SP, e Silva MJC, Figueiredo AJ. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British journal of sports medicine*. 2015;49(13):852-9.
6. Roche AF, Thissen D, Chumlea W. Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels method: Thomas; 1988.

7. Lupo C, Boccia G, Ungureanu AN, Frati R, Marocco R, Brustio PR. The beginning of senior career in team sport is affected by relative age effect. *Frontiers in psychology*. 2019;10:1465.
8. Gonçalves CE, Rama LM, Figueiredo AB. Talent identification and specialization in sport: an overview of some unanswered questions. *International journal of sports physiology and performance*. 2012;7(4):390-3.
9. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, Philippaerts RM. Talent identification and development programmes in sport. *Sports medicine*. 2008;38(9):703-14.
10. Figueiredo AJ, Coelho-E-Silva MJ, Sarmento H, Moya J, Malina RM. Adolescent characteristics of youth soccer players: do they vary with playing status in young adulthood? *Research in Sports Medicine*. 2020;28(1):72-83.
11. Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Coelho E Silva MJ, Malina RM. Youth soccer players, 11–14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of human biology*. 2009;36(1):60-73.
12. Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European journal of applied physiology*. 2004;91(5-6):555-62.
13. Gastin PB, Bennett G, Cook J. Biological maturity influences running performance in junior Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2013;16(2):140-5.
14. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity: *Human kinetics*; 2004.
15. Moreira A, Massa M, Thiengo CR, Lopes RAR, Lima MR, Vaeyens R, et al. Is the technical performance of young soccer players influenced by hormonal status, sexual maturity, anthropometric profile, and physical performance? *Biology of sport*. 2017;34(4):305.
16. Morris R, Emmonds S, Jones B, Myers TD, Clarke ND, Lake J, et al. Seasonal changes in physical qualities of elite youth soccer players according to maturity status: comparisons with aged matched controls. *Science and Medicine in Football*. 2018;2(4):272-8.
17. Hammami MA, Abderrahman AB, Rhibi F, Nebigh A, Coppalle S, Ravé G, et al. Somatotype Hormone Levels and Physical Fitness in Elite Young Soccer Players over a Two-Year Monitoring Period. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2018;17(3):455.
18. Hammami MA, Ben Abderrahmane A, Nebigh A, Le Moal E, Ben Ounis O, Tabka Z, et al. Effects of a soccer season on anthropometric characteristics and physical fitness in elite young soccer players. *Journal of sports sciences*. 2013;31(6):589-96.
19. Hadzovic A, Icindic EN, Kucukalic-Selimovic E, Avdagic N, Zaciragic A. The level of physical activity and the growth hormone (GH) response to acute physical exercise. *Bosnian journal of basic medical sciences*. 2004;4(3):47.
20. Blum WF, Alherbish A, Alsagheir A, El Awwa A, Kaplan W, Koledova E, et al. The growth hormone–insulin-like growth factor-I axis in the diagnosis and treatment of growth disorders. *Endocrine connections*. 2018;7(6):R212-R22.
21. Eliakim A, Nemet D. Exercise training, physical fitness and the growth hormone–insulin-like growth factor-I axis and cytokine balance. *Cytokines, Growth Mediators and Physical Activity in Children During Puberty*. 55: Karger Publishers; 2010. p. 128-40.
22. Wheldon A, Savine RL, Sönksen PH, Holt RI. Exercising in the cold inhibits growth hormone secretion by reducing the rise in core body temperature. *Growth hormone & IGF research*. 2006;16(2):125-31.

23. Nemet D, Connolly PH, Pontello-Pescatello AM, Rose-Gottron C, Larson JK, Galassetti P, et al. Negative energy balance plays a major role in the IGF-I response to exercise training. *Journal of Applied Physiology*. 2004;96(1):276-82.
24. Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgeois J, Vrijens J, et al. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British journal of sports medicine*. 2006;40(11):928-34.
25. Buekers M, Borry P, Rowe P. Talent in sports. Some reflections about the search for future champions. *Movement & Sport Sciences-Science & Motricité*. 2015(88):3-12.
26. Goto H, Morris JG, Nevill ME. Influence of Biological Maturity on the Match Performance of 8-to 16-Year-Old, Elite, Male, Youth Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(11):3078-84.
27. Lovell R, Fransen J, Ryan R, Massard T, Cross R, Eggers T, et al. Biological maturation and match running performance: a national football (soccer) federation perspective. *Journal of science and medicine in sport*. 2019;22(10):1139-45.
28. Johnson A, Farooq A, Whiteley R. Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Science and Medicine in Football*. 2017;1(2):157-63.
29. Deprez DN, Fransen J, Lenoir M, Philippaerts RM, Vaeyens R. A retrospective study on anthropometrical, physical fitness ,and motor coordination characteristics that influence dropout, contract status, and first-team playing time in high-level soccer players aged eight to eighteen years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(6):1692-704.
30. Burgess DJ, Naughton GA. Talent development in adolescent team sports: a review. *International journal of sports physiology and performance*. 2010;5(1):103-16.
31. Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
32. Arazi H, Mirzaei B, Nobari H. Anthropometric profile, body composition and somatotyping of national Iranian cross-country runners. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2015;17(2):35-41.
33. Ilharreborde B, Ferrero E, Alison M, Mazda K. EOS microdose protocol for the radiological follow-up of adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*. 2016;25(2):526-31.
34. Luo TD, Stans AA, Schueler BA, Larson AN. Cumulative radiation exposure with EOS imaging compared with standard spine radiographs. *Spine deformity*. 2015;3(2):144-50.
35. Hui SC, Pialasse J-P, Wong JY, Lam T-p, Ng BK, Cheng JC, et al. Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose x-ray (EOS) on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 2016 SOSORT-IRSSD "John Sevastic Award" Winner in Imaging Research. *Scoliosis and spinal disorders*. 2016;11(1):46.
36. Wade R, Yang H, McKenna C, Faria R, Gummerson N, Woolcott N. A systematic review of the clinical effectiveness of EOS 2D/3D X-ray imaging system. *European Spine Journal*. 2013;22(2):296-304.
37. Deschênes S, Charron G, Beaudoin G, Labelle H, Dubois J, Miron M-C, et al. Diagnostic imaging of spinal deformities: reducing patients radiation dose with a new slot-scanning X-ray imager. *Spine*. 2010;35(9):989-94.
38. Bangsbo J, Mohr M. Fitness testing in football: *BangsboSport*; 2012.
39. Haugen TA, Tønnessen E, Seiler S. Speed and countermovement-jump characteristics of elite female soccer players, 1995–2010. *International journal of sports physiology and performance*. 2012;7(4):340-9.

40. Kaplan T. Examination of repeated sprinting ability and fatigue index of soccer players according to their positions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(6):1495-501.
41. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports medicine*. 2008;38(1):37-51.
42. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*. 2009;41(1):3.
43. Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of sports sciences*. 2006;24(3):221-30.
44. Wrigley R, Drust B, Stratton G, Atkinson G, Gregson W. Long-term soccer-specific training enhances the rate of physical development of academy soccer players independent of maturation status. *International journal of sports medicine*. 2014;35(13):1090-4.
45. Marill KA. Advanced statistics :linear regression, part II: multiple linear regression. *Academic emergency medicine*. 2004;11(1):94-102.

Relationship Between Duration of Competition with Maturity, Aerobic Capacity, Anaerobic Power, Explosive Power, Growth Hormone and Insulin-Like Factor and Predictors of Duration of Competition in Elite Football Players Under 15 Years Old Boy

Ebrahim Eskandarifard¹, Mehdi Kargarfard^{1*}, António J. Figueiredo².

1 Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2 Faculty of Sport Sciences and Physical Education, University of Coimbra, Coimbra, Portugal

* **Corresponding author:** m.kargarfard@spr.ui.ac.ir

Abstract

Background and Purpose: This study aimed to investigate the correlation between playing time in the matches with maturity status, physical fitness, hormone levels and to explain how these factors affect playing time in the matches.

Methodology: In the present study 30 elite football players under 15 years old were monitored during the season to evaluate the relationship between playing time in the matches and skeletal age, VO₂max, fatigue index, Counter Movement Jump, growth hormone, and IGF-1 and after the end of the season, they were evaluated in anthropometric tests, maturity status, hormonal level and physical fitness in 4 days.

Results: Growth hormone had a high correlation ($P=0.05$) with VO₂max ($r = 0.52$) and Counter Movement Jump ($r = 0.53$). In addition, fatigue index ($r = -0.44$) and IGF-1 ($R=0.39$) had moderate correlation ($P = 0.05$) with playing time in the matches. In linear regression, it was found that fatigue index ($R^2 = 0.19$) and IGF-1 ($R^2 = 0.15$) significantly ($P= 0.05$) could predict the playing time in the matches. Multiple linear regression also explained 49% of the playing time in the matches.

Conclusion: Independent variables like fatigue index and IGF-1 were able to determine the game time, and when all variables were entered, the playing time model significantly was explained. Therefore, maturity, physical fitness, and hormonal levels seem to play a decisive role in explaining the time of participation in the matches in youth football players.

Key words: Football, Skeletal Age, Fels Method, VO₂max, Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1).