فیزیولوژی ورزشی دوره ۱۲ ،شماره ۴۸ ،زمستان ۱۳۹۹ .صص ۸۲-۶۱

مقالهٔ پژوهشی

بررسی ارتباط شاخص‌های بالیدگی، عملکردی و هورمونی با زمان انجام بازی (مسابقه) در بازیکنان فوتبال نخبه نوجوان در طول فصل

ابراهیم اسکندری‌فرد[۱]، مهدی کارگر فرد[۲]، آنتونیو فیگیردو[۳]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان ، اصفهان، ایران

۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان ، اصفهان، ایران (نویسندهٔ مسئول)

۳. استاد علوم ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه کوایمبرا، کوایمبرا، پرتغال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۷

چکیده

زمان بازی (مسابقه) ممکن است تحت‌تأثیر میزان بالیدگی، فعالیت هورمونی و سطح آمادگی جسمانی بازیکنان نوجوان قرار گیرد؛ به همین دلیل مطالعهٔ حاضر با هدف تعیین و ارتباط شاخص‌های بالیدگی، عملکردی و هورمونی با زمان انجام بازی در بازیکنان نخبهٔ نوجوان فوتبال انجام شد. در این پژوهش ۳۱ بازیکن فوتبال نوجوان با میانگین سنی ۰/۲۵۲ ± ۱۶/۵۱ سال در طی یک دوره فصل فوتبالی پایش شدند و مدت زمان بازی در مسابقات بازیکنان ثبت شد. بعد از اتمام فصل، شاخص‌های آنتروپومتریک، هورمونی [هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولینی (IGF-1)] با روش کمّی لومینسانس، میزان بالیدگی به‌وسیلهٔ ارزیابی سن اسکلتی، آزمون‌های عملکردی [پرش ارتفاع (CMJ) برای ارزیابی توان انفجاری، تست غیرخطی (7RST) برای ارزیابی توان بی‌هوازی و تست یویو برای ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})] اندازه‌گیری شدند. برای تعیین همبستگی از روش‌های پیرسون و اسپیرمن استفاده شد و برای محاسبهٔ پیش‌بین متغیرها رگرسیون خطی چندگانه در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ انجام شد. نتایج همبستگی بین متغیرها نشان داد که زمان انجام بازی با VO_{2max} (r = 0.56)، سن اسکلتی (P = −0.42)، توان انفجاری (r = 0.40)، انحراف بالیدگی (r = −0.38) و IGF-1 (r = 036) ارتباط معناداری داشت. تحلیل رگرسیون خطی چندگانه نشان داد که زمان انجام بازی با استفاده از شاخص‌های مطالعه‌شده به‌طور معناداری پیش‌بینی شد (R^2 = 0.55). براساس نتایج پژوهش حاضر، سطح بالای IGF-1 و VO_{2max} نقش عمده‌ای در انتخاب و زمان انجام بازی بازیکنان در رقابت‌ها دارد؛ بااین‌حال، واقع‌بینانه‌تر به‌نظر می‌رسد که سایر موارد تأثیرگذار بر انتخاب بازیکنان برای بازی و زمان انجام بازی نیز درنظر گرفته شوند.

واژگان کلیدی: **فوتبال، سن اسکلتی، روش فلس، مدت زمان بازی (مسابقه)، هورمون فاکتور رشد شبه‌انسولین-یک.**

1. Email: ebrahimeskandarifard@gmail.com
2. Email: m.kargarfard@spr.ui.ac.ir
3. Email: afigueiredo@fcdf.uc.pt

مقدمه

بیشتر آکادمی‌های فوتبال در سراسر جهان بازیکنان خود را براساس تاریخ تولد (سن تقویمی)[1] طبقه-بندی می‌کنند (۱)؛ این در حالی است که وضعیت بالیدگی (سن بیولوژیک) بازیکنان نونهال فوتبال اغلب نادیده گرفته می‌شود (۲). تفاوت‌های بالیدگی بین بازیکنان در رده‌های سنی مشابه به‌طور گسترده بررسی شده است (۳). همچنین در مطالعات متعددی بالیدگی زودهنگام و دیرهنگام در بازیکنان مقایسه شده است (۵، ۴). از کودکان انتظار می‌رود که با جهش رشدی خود در دوران بلوغ که سرعت و زمان‌بندی متفاوتی در بین آن‌ها دارد، کنار آیند (۶). بیشترین میزان ثبت‌شده در این پدیده «اوج نمو قد»[2] نامیده می‌شود (حدود سن ۱۴ سالگی در پسران) (۷). چندین روش مانند ارزیابی سن اسکلتی از طریق روش‌های فلس[3] یا تانروایت هاوس[4] برای ارزیابی وضعیت بالیدگی بازیکنان نونهال وجود دارد (۷)، اما برای انجام‌دادن این روش‌ها به تجهیزات گران‌قیمت نیاز است؛ باوجوداین، خوشبختانه روش‌های دیگری نیز وجود دارد که با استفاده از اندازه‌های وزن، قد ایستاده، قد نشسته و طول پا از طریق یک محاسبهٔ ساده می‌توان انحراف بالیدگی و سن اوج نمو قد[5] را محاسبه کرد. استفاده از چنین روش‌هایی مربیان را به شناسایی، انتخاب و پرورش استعدادها قادر می‌کند (۸، ۲). باید به تفاوت‌هایی که در ویژگی‌های بالیدگی بازیکنان در یک تیم وجود دارد، توجه ویژه شود؛ زیرا بازیکنان نونهال معمولاً تفاوت‌های زیادی باهم در سطح بالیدگی دارند (۱۰، ۹). در شروع بلوغ انتظار می‌رود که سیستم هورمونی بدون تفاوت عمدهٔ جنسیتی دربارهٔ نمو و بالیدگی عملکرد مناسب خود را نشان دهد یا به‌عبارت‌دیگر کیفیت‌های جسمانی ظاهر شوند (۱۱)؛ بااین‌حال، با نزدیک‌شدن به جهش نمو یا اوج نمو قد تفاوت‌های آشکاری بین جنسیت‌ها در ویژگی‌های جسمانی مشاهده‌شدنی است (۱۲). هورمون‌هایی مانند هورمون رشد[6] و فاکتور رشد شبه‌انسولین [7] در این مرحله از رشد افزایش می‌یابند که اغلب به افزایش سطح آمادگی جسمانی منجر می‌شوند (۱۳). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین‌های فوتبال در کودکان در شروع و تا پایان بلوغ می‌تواند سطح غلظت هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین در گردش را افزایش دهد که این امر باعث افزایش عملکرد پرش آن‌ها می‌شود (۱۴). علاوه‌براین، به‌دلیل فعالیت آنابولیک در طول رشد، پیش‌بینی می‌شود افراد با بالیدگی زودهنگام دارای محرک‌های عصبی و ساختاری بیشتری باشند که این امر باعث به‌حداکثررساندن ویژگی‌های جسمانی موجود می‌شود؛ بنابراین بازیکنان با بالیدگی زودهنگام در مقایسه با بازیکنان با

1. Chronological Age
2. Peak Height Velocity (PHV)
3. Fels Method
4. Tanner-Whitehouse method
5. Age at PHV
6. GH
7. IGF-1

بالیدگی دیرهنگام عملکرد بهتری خواهند داشت (۱۶، ۱۵، ۷). درواقع بازیکنان با بالیدگی زود هنگام، ظرفیت هوازی، سرعت، قدرت و توان بهتری از بازیکنان با بالیدگی دیر هنگام دارند (۱۷، ۱۰)، اما به‌نظر می‌رسد بازیکنان فوتبال با بالیدگی دیرهنگام تعادل و کنترل بدن بهتری در مقایسه با فوتبالیست‌های با بالیدگی زودهنگام دارند؛ زیرا بازیکنان با بالیدگی زودهنگام با نبود هماهنگی روبه‌رو هستند (۱۸).

شناسایی و انتخاب استعدادها در فوتبال عموماً مبتنی‌بر روش‌های سنتی است و به‌اشتباه این باور وجود دارد که بازیکنان با بالیدگی زودهنگام در کوتاه‌مدت و بلندمدت ایده‌آل هستند. حقیقت ناخوشایند این است که بازیکنان با بالیدگی زودهنگام به‌دلیل ویژگی‌های جسمانی مانند قد بلندتر و بدن قوی‌تر بیشتر از بازیکنان با بالیدگی دیرهنگام انتخاب می‌شوند و هم‌بازی‌های کوچک‌تر آن‌ها از انتخاب‌شدن محروم می‌شوند (۱۹، ۸، ۶). علاوه‌براین، از نظر تأثیر وضعیت‌های مختلف بالیدگی بر عملکرد بازیکنان در مسابقه اتفاق نظر وجود ندارد (۲۰، ۱۶). همچنین مشخص شده است که افراد با بالیدگی زودهنگام مسافت‌های بیشتری را می‌دوند و شدت دویدن بیشتری در مقایسه با همتایان خود با بالیدگی دیرهنگام دارند (۱۶). ازسوی‌دیگر، گزارش شده است که افراد با بالیدگی زودهنگام می‌توانند با شدت بیشتری در مقایسه با همسالان خود با بالیدگی دیرهنگام بدوند (۲۰). با وجود دوگانگی در پیشینهٔ پژوهش، به‌نظر می‌رسد بازیکنان با بالیدگی زودهنگام شانس بیشتری برای موفقیت در دستیابی به نخبگی دارند (۲۱، ۳).

موضوع مهم دیگر دربارهٔ تفاوت‌های مربوط به فرصت‌های داده‌شده به بازیکنان با بالیدگی زودهنگام و دیرهنگام، در زمان بازی و انتخاب برای مسابقه است. درحال‌حاضر روند انتخاب بازیکنان این گونه است که بازیکنان قوی‌تر و قدبلندتر (بازیکنان زودهنگام) برای بازی انتخاب می‌شوند؛ چون این بازیکنان در سن اوج نمو قد یا نزدیک به آن هستند (۹) و به برنده‌شدن در بازی بیشتر کمک می‌کنند که این امر برخلاف فرایند رشدی است (۲۲). این‌گونه انتخاب‌ها برای بازی به ریسک بیشتری برای ترک فوتبال در بازیکنان با بالیدگی دیرهنگام منجر می‌شوند (۲۳، ۲۱)؛ باوجوداین، هنوز هیچ مدرکی مبنی‌بر تأثیر وضعیت بالیدگی بر زمان بازی وجود ندارد. درواقع، گوتو و همکاران (۱۸) نشان دادند که بازیکنان با بالیدگی زودهنگام فرصت‌های بیشتری برای بازی در مسابقه در تیم‌های زیر نُه سال و زیر ۱۰ سال دارند؛ اگرچه در تیم‌های زیر ۱۱ سال و زیر ۱۴ سال این روند مشاهده نشد (۱۸).

زمان بازی و انتخاب برای رقابت ممکن است تحت‌تأثیر میزان بالیدگی، میزان فعالیت هورمون رشد و همچنین میزان سطح آمادگی جسمانی بازیکنان نوجوان باشد که در مراحل حساس نوجوانی قرار دارند. تأثیر سطوح بالیدگی در زمان بازی در دست بررسی است (۱۶) و شواهد در این خصوص بسیار اندک است و کامل نیست. تعامل بین وضعیت بالیدگی، عملکرد هورمون رشد و میزان آمادگی جسمانی ممکن است اطلاعات دقیق‌تری برای شناسایی و انتخاب استعدادها به ما بدهد؛ بنابراین

هدف این مطالعه بررسی دو بخش است: (الف) بررسی رابطه بین زمان انجام بازی (مسابقه)[1] در فوتبال با سن اسکلتی، انحراف بالیدگی، اکسیژن مصرفی بیشینه[2]، شاخص خستگی در تست بی‌هوازی هفت بار سرعت غیرخطی[3]، تست پرش ارتفاع[4]، سطح هورمون‌های رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین و (ب) بررسی اینکه متغیرهای ذکرشده تا چه میزان می‌توانند تفاوت‌های موجود در زمان انجام بازی (مسابقه) را پیش‌بینی کنند.

روش پژوهش

سی و یک بازیکن فوتبال آکادمی در باشگاه فوتبال حرفه‌ای شامل سه دروازه‌بان، ۱۱ نفر دفاع، شش نفر هافبک میانی، پنج نفر هافبک کناری و شش نفر مهاجم که در لیگ برتر نوجوانان کشور ایران شرکت می‌کردند، شرکت‌کنندگان این پژوهش را تشکیل دادند. مشخصات آن‌ها عبارت بود از: میانگین ± انحراف استاندارد سن: ۰/۲۵۲± ۱۶/۵۱ سال، قد: ۵/۵۷۳ ± ۱۷۶/۵۳ سانتی‌متر، وزن: ۸/۳۶۱ ± ۶۰/۹۳ کیلوگرم، سن اسکلتی: ۰/۷۸۱± ۱۶/۶۵ سال و میزان اکسیژن مصرفی بیشینه: ۰/۷۸۱± ۴۹/۸۲ میلی‌لیتر در ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه. معیارهای ورود شرکت‌کنندگان به مطالعه عبارت بود از: ۱- داشتن سابقهٔ حضور در آکادمی باشگاه در رده‌های پایین‌تر حداقل به‌مدت چهار سال، ۲- همکاری برای شرکت منظم در تمام مراحل مطالعه، ۳- استفاده‌نکردن از هرگونه مکمل‌های غذایی و محرک‌های رشدی زیر نظر پزشک متخصص یا باشگاه مرتبط و ۴- حق انجام‌دادن تمرین‌های اضافه را نداشتن. معیارهای خروج شرکت‌کنندگان از مطالعه عبارت بود از: ۱- شرکت‌نکردن در یکی از تست‌های پزشکی یا ارزیابی جسمانی مطالعه و ۲- شرکت‌نکردن در ۸۰ درصد از تمرین‌های کل فصل. این پژوهش با تأیید کمیتهٔ اخلاق دانشگاه اصفهان با کد IR.UI.REC.1399.001 و توصیه‌های حقوق اخلاق براساس اعلامیهٔ هلسینکی انجام شد. همچنین قبل از شروع مطالعه به بازیکنان و والدین آن‌ها اطلاعات لازم دربارهٔ این پژوهش داده شد و والدین اجازه‌نامهٔ شرکت در این پژوهش را امضا کردند. بازیکنان این حق را داشتند که در هر مقطعی از کار از حضور در مطالعه انصراف دهند.

این پژوهش یک مطالعهٔ نیمه‌تجربی و کوهورت است که به‌صورت مقطعی و با نتایج کاربردی انجام شده است. برای محاسبهٔ زمان انجام بازی (مسابقه) بازیکنان، آن‌ها هر هفته در طول فصل در یک بازی رسمی یا غیررسمی شرکت می‌کردند که مربی تیم با کرنومتر با دقت زمان انجام بازی (مسابقه) هر بازیکن در مسابقه را ثبت می‌کرد. شرکت‌کنندگان در طول فصل تحت نظارت قرار گرفتند و تست‌ها پس از اتمام فصل رقابت انجام شد. جدول زمانی مطالعه در جدول شمارهٔ یک مشاهده می‌شود.

1. Time of Playing (Competition)
2. VO2 Max
3. 7RST
4. CMJ (Counter Movement Jump)

بازیکنان پس از سه روز استراحت از آخرین جلسهٔ تمرین در طی چهار روز ارزیابی شدند. در روز اول، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک، آزمایش خون و سیستم تصویربرداری ای. او. اس.[1] از بازیکنان انجام شد. در روز دوم، تست پرش ارتفاع برای ارزیابی توان اندام تحتانی گرفته شد. در روز سوم، توان بی‌هوازی با استفاده از تست هفت بار سرعت غیرخطی (سون آر. اس. تی.)[2] ارزیابی شد و در روز چهارم، آزمون تست هوازی متناوب یویو سطح یک برای تخمین ظرفیت هوازی شرکت‌کنندگان انجام شد. همهٔ آزمایش‌ها در شرایط آب و هوایی یکسان (درجهٔ حرارت ۲۳-۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰ درصد) (۲۴) هنگام صبح انجام شد تا تأثیر تغییرات روزانه را کاهش دهد. این مطالعه دو هدف داشت: (الف) توضیح دربارهٔ رابطهٔ بین زمان بازی در فوتبال و سن اسکلتی، انحراف بالیدگی، اکسیژن مصرفی بیشینه، شاخص خستگی در تست هفت بار سرعت غیرخطی، عملکرد در پرش ارتفاع، سطوح هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین و (ب) بررسی اینکه متغیرهای ذکرشده تا چه میزان می‌توانند تفاوت‌های زمان بازی را پیش‌بینی کنند.

جدول ۱- دورهٔ کنترل و ارزیابی در طول فصل

Table 1- Control and Assessment Period during Season

Exhibition Games	Official Games	مراحل Phases	ماه Month		سال Year	
4	0	مرحله اول آمادگی (هشت هفته) First Preparation Phase (8 week)	August	مرداد	2018	1397
6	0		September	شهریور		
1	4	بازی‌های منطقه‌ای Regional Games	October	مهر		
1	4	بهترین تیم‌های منطقه جنوب Best Teams of South Region	November	آبان		
1	4		December	آذر		
0	6		January	دی		
6	0	دومین مرحله آمادگی (شش هفته) Second Preparation phase (6 week)	February	بهمن	2019	
2	4	مرحله نهایی Final Phase (National)	End of March	اسفند		
0	0	ارزیابی در چهار روز Assessment in 4 Days	April	فروردین		1398
21	22		Total	مجموع		

1. EOS Imaging System
2. Seven Repeated Speed Test (7RST)

برای اندازه‌گیری قد ایستاده، شرکت‌کنندگان بدون کفش در حالتی قرار داشتند که پاشنهٔ پا، باسن، تیغه‌های شانه و پشت سر، تاحدممکن نزدیک به وسیلهٔ اندازه‌گیری بود و پاها در کنار یکدیگر قرار داشتند. برای قد نشسته، شرکت‌کنندگان روی نیمکت ۵۰ سانتی‌متری نشستند و به آن‌ها گفته شد باسن خود را تاحدامکان به وسیلهٔ اندازه‌گیری نزدیک کنند، بالاتنهٔ خود را مستقیم نگه دارند و دستان خود را روی پاهای خود قرار دهند و سپس قد آن‌ها ارزیابی شد. فاصلهٔ بین بالاترین نقطهٔ سر و نیمکت به‌عنوان قد نشسته درنظر گرفته شد. برای این اندازه‌گیری از دستگاه اندازه‌گیری سکا[1] مدل ۲۱۳ آلمان با دقت پنج میلی‌متر استفاده شد. برای اندازه‌گیری انحراف بالیدگی[2] و سن در اوج نمو قد این فرمول به‌کار رفت (۹):

$$\text{انحراف بالیدگی} = -9.236 + 0.0002708\left(\text{قد نشسته} * \text{طول پا}\right) + 0.007216\left(\text{قد نشسته} * \text{سن تقویمی}\right) - 0.001663\left(\text{طول پا} * \text{سن تقویمی}\right) + 0.02292\left(\text{نسبت وزن به قد}\right)$$

$$\text{اندازه طول پا} = \text{قد ایستاده (سانتیمتر)} - \text{قد نشسته (سانتیمتر)}$$

شرکت‌کنندگان برای اندازه‌گیری وزن که با استفاده از ترازوی الکترونیکی انجام شد، کمترین لباس را داشتند و از دستگاه سکا مدل ۸۱۳ آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. تمام اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک هنگام صبح انجام شد (۱۷).

برای ارزیابی سن اسکلتی از رادیوگرافی خلفی-قدامی مچ دست چپ به کمک سیستم تصویربرداری ای. او. اس. استفاده شد. میزان دوز پرتویی سیستم تصویربرداری ای. او. اس. ۵۰ تا ۸۵ درصد کمتر از سیستم رادیوگرافی دیجیتال با اشعهٔ ایکس است (۲۷-۲۵). درعین‌حال کیفیت تصویر بهتری را فراهم می‌کند (۲۹، ۲۸). برای تعیین سن اسکلتی از روش فلس استفاده شد که معیارهای به‌کاررفته در این روش قابلیت اطمینان بیشتری در مقایسه با سایر روش‌ها در ارزیابی اسکلتی دارد (۳۰). روش فلس برای هر استخوان مچ دست دارای معیارهای ویژه‌ای است. همچنین از نسبت‌های عرضی اپیفیز و دیافیز استخوان‌های زند زیرین، زند زبرین، استخوان‌های کف دست و انگشتان برای تعیین سن اسکلتی استفاده می‌کند که پس از تعیین میزان نسبت‌ها و میزان بالیدگی هر استخوان برای محاسبهٔ سن اسکلتی و خطای استاندارد، این اعداد وارد نرم‌افزار فلس اچ. دابلیو نسخهٔ یک[3] شد. به‌منظور محاسبهٔ سن تقویمی، تفاوت بین تاریخ تولد و تاریخ انجام‌شدن رادیوگرافی مچ تا دو رقم اعشار محاسبه

1. Seca
2. Maturity Offset
3. Felshw 1.0

شد. بعد از ارزیابی سن اسکلتی بازیکنان، برای طبقه‌بندی وضعیت بلوغ شرکت‌کنندگان از معادلهٔ زیر استفاده شد:

سن تقویمی − سن اسکلتی = وضعیت بالیدگی

براساس این معادله، اگر وضعیت بالیدگی بیشتر از ۱+ باشد، بازیکن به‌عنوان بازیکن با بالیدگی زودهنگام درنظر گرفته می‌شود، اگر وضعیت بالیدگی کمتر از ۱- باشد، بازیکن به‌عنوان بازیکن با بالیدگی دیرهنگام تعریف می‌شود و اگر وضعیت بالیدگی بین ۱± باشد، بازیکن به‌عنوان بازیکن با بالیدگی طبیعی تعریف می‌شود.

برای ارزیابی قدرت انفجاری پایین‌تنه (۳۱) از آزمون پرش عمودی حرکتی[1] استفاده شد. همهٔ شرکت‌کنندگان در ابتدا گرم‌کردن به‌صورت استاندارد را انجام دادند که شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه دویدن و پنج تا شش دوی ۱۰ متر با حداکثر سرعت ۱۵ متر، تمرین پرش عمودی، لی‌لی‌کردن و پرش‌های عمودی روی یک پا بود. قبل از آزمون، شرکت‌کننده‌ها پرش تک‌پا را دوبار آزمایشی برای آشنایی انجام دادند. برای آزمون، هر شرکت‌کننده دست‌هایش را در کنار بدن روی پهلوی خود قرار داد و بعد از خم‌شدن ۹۰ درجه از قسمت زانو با حداکثر قدرت با فرمان آزمونگر به‌طور عمودی پرش کرد. پس از پنج دقیقه استراحت شرکت‌کننده آزمون را تکرار کرد و بهترین عملکرد وی در مقیاس سانتی‌متر ثبت شد. برای اندازه‌گیری این تست از پد دستگاه نیو پاور تایمر[2] ساخت فنلاند استفاده شد (۳۲).

برای ارزیابی توان بی‌هوازی از هفت بار سرعت غیرخطی که به تست خمیدهٔ بنگسبو[3] نیز مشهور است، استفاده شد. طبق الگوی این تست، هر بازیکن باید هفت بار سرعت خمیدهٔ تکراری را اجرا کند و بین هرکدام از این اجراها ۲۵ ثانیه فرصت بازگشت به حالت اولیه دارد. شرکت‌کنندگان به‌مدت ۱۵ دقیقه با فعالیت‌هایی ازجمله آهسته‌دویدن، کشش پویا، تمرین ای.بی.سی.[4] و سرعت حداکثر، زیرنظر مربی بدن‌ساز خود را گرم کردند. برای انجام‌دادن تست، هر شرکت‌کننده باید با علامت آزمونگر با حداکثر سرعت خود شروع به دویدن می‌کرد و پس از گذشتن از انحنای مسیر تا انتهای مسیر مشخص‌شده می‌دوید. سپس به‌مدت ۲۵ ثانیه به شکل فعال زمان برای بازگشت به حالت اولیه داشت و باید در این مدت به نقطهٔ آغاز بازمی‌گشت و بعد از گذشت ۲۵ ثانیه دوباره با دستور آزمونگر مسیر را با حداکثر سرعت می‌دوید و به همین ترتیب هفت اجرای خود را انجام می‌داد. از تفاضل بین ضعیف‌ترین رکورد با بهترین رکورد شاخص خستگی (بهترین رکورد− ضعیف‌ترین رکورد = شاخص خستگی) محاسبه می‌شود (۳۳). درصورتی‌که شرکت‌کننده‌ای یکی از این هفت اجرا را به دلیلی مانند لغزیدن از دست

1. CMJ (Counter Movement Jump)
2. New Power Timer Model 300
3. Bangsbo Sprint Test
4. Agility, Balance & Coordination

می‌داد، میانگین شش رکورد دیگر برایش ثبت می‌شد. این تست به‌وسیلهٔ سنسورهای فوتو فینیش[1] که در ابتدا و انتهای مسیر قرار داده می‌شد، اندازه‌گیری شد و از کرنومتر برای تعیین زمان بازگشت به حالت اولیه ۲۵ ثانیه‌ای استفاده شد. برای اندازه‌گیری این تست از دستگاه نیو پاور تایمر ساخت فنلاند استفاده شد.

برای ارزیابی توان هوازی از تست یویو متناوب سطح یک[2] استفاده شد. در این تست هر ورزشکار پس از گرم‌کردن استاندارد -همان‌طور که توضیح داده شد- مسافت ۲۰ متری رفت و برگشت را با هماهنگی با صدای بیپ می‌دود و بعد از آن فاصلهٔ پنج‌متری رفت و برگشت را که ۱۰ متر می‌شود، زمان برای ریکاوری فعال دارد (۳۴). سرعت اولین مرحله ۱۰ کیلومتر در ساعت است که در هر سطح ۰/۰۵ کیلومتر در ساعت اضافه می‌شود. تا زمانی که شرکت‌کننده به مرحلهٔ واماندگی برسد، این آزمون ادامه پیدا می‌کند و در سطحی که شرکت‌کننده به واماندگی می‌رسد، میزان دوندگی وی در آن میزان مسافتی که شرکت‌کننده در هنگام اجرای این تست می‌دود، به متر برایش ثبت می‌شود. میزان اکسیژن مصرفی بیشینه براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود (۳۴).

$$\text{میزان اکسیژن مصرفی بیشینه } \left(\text{میلی‌لیتر در ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه}\right) = \text{مسافت پیموده شده } \left(\text{متر}\right) * 0.0084 + 36.4$$

به‌منظور تعیین سطح هورمون رشد و IGF-1، پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی و ۷۲ ساعت بعد از آخرین جلسهٔ تمرینی، ۱۰ میلی‌لیتر خون از ناحیهٔ سیاهرگ بازویی هریک از شرکت‌کنندگان، ساعت هشت صبح در بیمارستان الزهرا (س) اصفهان گرفته شد و نمونه‌ها بلافاصله در آزمایشگاه سانتریفیوژ شدند. پس از آن سرم از خون خارج شد و برای اندازه‌گیری هورمون‌های مربوط استفاده شد. برای اندازه‌گیری هورمون رشد و IGF-1 از روش کمّی لومینسانس[3] و سیستم ایمولیت[4] استفاده شد. برای هورمون رشد از کیت آلمانی برای همین دستگاه استفاده شد که حساسیت تحلیل کیت ۰/۰۱ نانوگرم در میلی‌لیتر، با ضریب میانگین سنجش بین روش سنجش متغیر ۳/۷۶ درصد، برای میانگین غلظت ۷/۳ نانوگرم در میلی‌لیتر بود. برای تست فاکتور رشد شبه‌انسولین از کیت شرکت زیمنس ساخت آلمان برای همین دستگاه استفاده شد که حساسیت آن ۱۳/۳ نانوگرم در میلی‌لیتر با میانگین CVs، ۴/۴ درصد و میانگین غلظت ۳۷۹/۸۳ نانوگرم در میلی‌لیتر بود.

1. Photo Finish Censors
2. YOYO Intermittent Recovery Test Level 1
3. Chemi Luminescence
4. IMMULITE (2000xpi Systems, Company SIMENS Germany)

در پیشینهٔ پژوهش واژه‌ای با عنوان «مدت زمان انجام تمرینات تخصصی»[1] وجود دارد. ازآنجاکه پژوهش حاضر در حوزهٔ فوتبال است، مدت زمان تمرین فوتبال[2] را بررسی کردیم که بیانگر مدت زمانی است که بازیکن از ابتدای عمر خود تا زمان پژوهش در فوتبال مشغول بوده است و مقیاس این متغیر «ماه» است. بدین‌منظور سابقهٔ هر بازیکن از بایگانی و پایگاه دادهٔ باشگاه بررسی شد و بعد از آن برای صحت و دقت بیشتر، نتایج موجود با هرکدام از بازیکنان دوباره بررسی شد و با عنوان مدت زمان تمرین برای وی به «ماه» ثبت شد. میانگین مدت زمان انجام تمرینات تخصصی در جدول شمارهٔ دو موجود است.

برنامهٔ تمرینی ردهٔ سنی نوجوان این شکل بود که آن‌ها هر هفته پنج جلسهٔ تمرینی ۹۰ دقیقه‌ای داشتند که شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، ۲۰ دقیقه تمرین‌های آمادگی جسمانی، ۱۰ دقیقه تمرین‌های تکنیکی، ۲۰ دقیقه تمرین‌های تاکتیکی، ۲۵ دقیقه بازی تمرینی (شامل بازی در زمین‌های کوچک) و در انتها پنج دقیقه سردکردن بود. مدت مسابقات این ردهٔ سنی برای هر بازی ۹۰ دقیقه بود که در زمین قانونی براساس قوانین فدراسیون فوتبال ایران برای این ردهٔ سنی برگزار می‌شد. اهداف تمرینی در ردهٔ سنی شامل اهداف بازی در زمین‌های کوچک (توسعهٔ مالکیت توپ، انتقال توپ در سرعت، سازمان‌دهی سریع دفاع منطقه‌ای، عقب‌نشینی و بازیابی مجدد)، اهداف تاکتیکی (استفاده از اصول دفاعی و حمله‌ای به شکل سریع)، اهداف تکنیکی (تمرکز بر سرعت پاس‌ها و تکنیک دریافت، همچنین کنترل توپ در فضاهای کوچک و بزرگ) و اهداف آمادگی جسمانی (توسعهٔ توان هوازی، سرعت خطی و قدرت انفجاری) بود و در تمرین‌های هر جلسه اعمال شد.

پس از جمع‌آوری و پالایش داده‌ها، از آمار توصیفی نظیر میانگین و انحراف معیار و از آمار استنباطی به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. برای بررسی تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک[3] استفاده شد. با توجه به طبیعی‌بودن توزیع داده‌های متغیرهای وضعیت بالیدگی، تمرین‌های فوتبال، تست‌های آمادگی بدنی و فاکتور رشد شبه‌انسولین با زمان انجام بازی (مسابقه)، برای تحلیل آن‌ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد، اما به‌دلیل نرمال‌نبودن سطح هورمون رشد، شاخص خستگی و اکسیژن مصرفی بیشینه از همبستگی اسپیرمن استفاده شده است. حدود زیر برای تعریف قدرت ضرایب همبستگی استفاده شد (۳۵): < ۰/۱ = بی‌اهمیت؛ ۰/۱ تا ۰/۳ = کم؛ ۰/۳ تا ۰/۵ = متوسط؛ ۰/۵ تا ۰/۷ = بالا؛ ۰/۷ تا ۰/۹ = بسیار بالا؛ و > ۰/۹ = تقریباً کامل. درنهایت برای

1. Sport Specific Training
2. Football Training
3. Shapiro-Wilk Test

پیش‌بینی زمان‌های بازی با توجه به متغیرهای ذکرشده، از رگرسیون خطی چندمتغیره استفاده شد. همهٔ عملیات آماری در سطح کمتر از ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار پریزم نسخهٔ ۸[1] انجام شد.

نتایج

ویژگی‌های توصیفی بازیکنان در جدول شمارهٔ دو آورده شده است و مقادیر به‌عنوان میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شده‌اند. میانگین میزان بازی هر بازیکن در کل فصل ۲۴۱/۹۸ ± ۱۳۸۳/۷۴ دقیقه در ۴۳ مسابقه بود.

جدول ۲- ویژگی‌های توصیفی بازیکنان

Mean ± SD	متغیرها Variables
176.53±5.66	Height (cm) قد (سانتی‌متر)
60.92±8.49	Weight (kg) وزن (کیلوگرم)
15.61±0.25	Chronological Age (yrs) سن تقویمی (سال)
16.64±0.79	Skeletal Age (yrs) سن اسکلتی (سال)
1.97±0.40	Maturity Offsets (yrs) انحراف بالیدگی (سال)
79.81±18.56	Soccer Training (Month) تمرین فوتبال (ماه)
6.43±0.22	Best Sprints of 7RST (s) بهترین سرعت تست غیرخطی (ثانیه)
7.01±0.33	Worst Sprints of 7RST (s) بدترین سرعت تست غیر خطی (ثانیه)
0.578±0.325	Fatigue Index of 7RST (s) شاخص خستگی (ثانیه)
40.87±3.87	CMJ (cm) پرش عمودی (سانتی متر)
1.78±2.01	GH (ng/dl) هورمون رشد (نانوگرم در دسی لیتر)
356±100.72	IGF1 (ng/dl) هورمون عامل رشد شبه‌انسولین (نانوگرم در دسی‌لیتر)
49.81±3.58	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر در ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه) $\dot{V}O_{2max}$ ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)
1383.74±241.98	دقایق بازی در مسابقات (دقیقه) Time of Playing (Competition) in Matches (min)

1. GraphPad Prism 8.0.1

ارتباط بین زمان انجام بازی (مسابقه) و وضعیت بالیدگی، وضعیت آمادگی جسمانی و سطح هورمونی بیان می‌کند که بین زمان انجام بازی (مسابقه) و متغیرهای سن اسکلتی (r= -0.42; CI 95% [-0.67 to -0.07] P=0.02)، انحراف بالیدگی (r= -0.38; CI 95% [-0.64 to -0.03] P=0.03)، حداکثر اکسیژن مصرفی (r= -0.56; CI 95% [-0.24 to -0.76] P=0.01)، پرش عمودی (r= -0.39; CI 95% [-0.05 to 0.66] P=0.02)، و هورمون شبه‌انسولین (r= -0.37; CI 95% [0.01 to 0.58] P=0.04)، رابطهٔ معناداری وجود دارد. علاوه‌براین، بین حداکثر اکسیژن مصرفی و متغیرهای سن اسکلتی (r= -0.39; CI 95% [-0.66 to -0.02] P=0.03) و انحراف بالیدگی (r= -0.43; CI 95% [-0.69 to -0.08] P=0.01) رابطهٔ معنادار وجود دارد (جدول شمارهٔ سه).

جدول ۳- تحلیل همبستگی پیرسون و اسپیرمن

Table 3- Pearson and Spearman Correlation Analysis

متغیر ها Variables	00	11	22	33	44	55	66	77	88
زمان انجام بازی (مسابقه) (β0) Time of Playing (Competition)	1								
سن اسکلتی (β1) Skeletal Age	-0.42*	1							
انحراف بالیدگی (β2) Maturity Offset	-0.38*	0.25	1						
تمرین فوتبال (**33**) Football Training	-0.02	-0.03	-0.21	1					
اکسیژن مصرفی بیشینه (β4) *** Vo2max	0.56**	-0.39*	-0.43*	0.10	1				
شاخص خستگی (β5) *** Fatigue Index	0.05	-0.23	-0.20	-0.07	-0.12	1			
پرش عمودی معکوس (β6) Counter Movement Jump	0.40*	-0.05	-0.20	0.54	0.40*	-0.04	1		

ادامهٔ جدول ۳- تحلیل همبستگی پیرسون و اسپیرمن

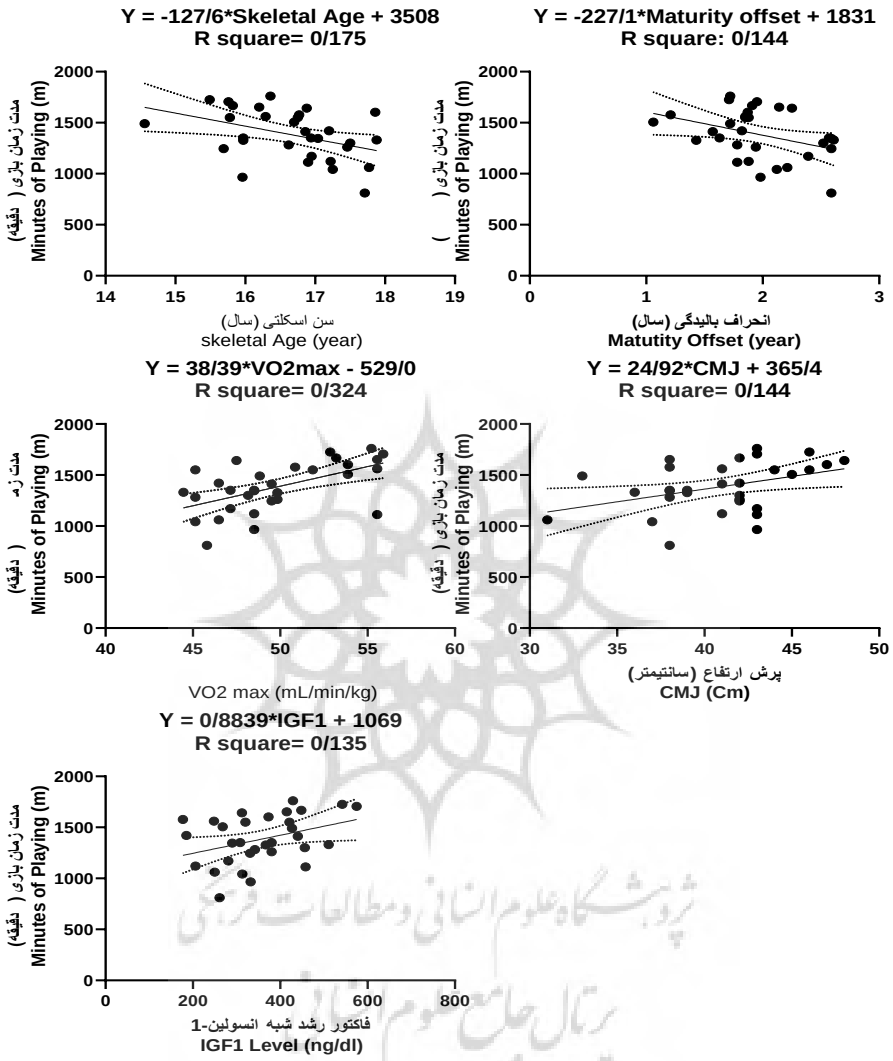
The rest of the Table 3- Pearson and Spearman Correlation Analysis

متغیر ها Variables	00	11	22	33	44	55	66	77	88
سطح هورمون رشد (β7) **** GH Level	0.33	-0.23	0.01	0.04	0.14	-0.04	0.26	1	
سطح هورمون رشد شبه‌انسولین (β8) IGF-1 Level	0.36*	-0.28	0.04	-0.11	0.36*	0.17	0.17	0.06	1

*** ضریب همبستگی اسپیرمن * P< 0.05 ** P< 0.01

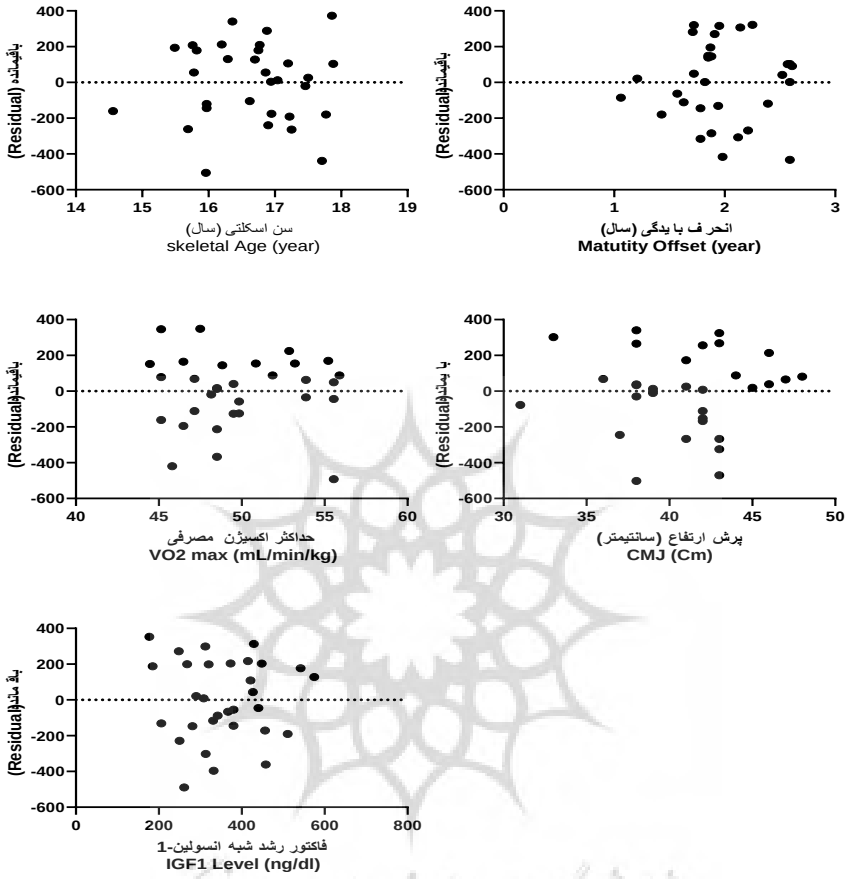
مدل‌های رگرسیون خطی در شکل شمارهٔ یک به تصویر کشیده شده‌اند و نشان می‌دهد که زمان انجام بازی (مسابقه) به‌طور معناداری به‌وسیلهٔ پارامترهای سن اسکلتی (F(1,29)= 6.167, B= -127.59, P= 0.019 with R^2=0.175)، انحراف بالیدگی (F(1,29)= 4.883, B= -227.084, P= 0.035 with R^2=0.144)، حداکثر اکسیژن مصرفی (F(1,29)= 13.925, B= 38.393, P= 0.001 with R^2=0.324)، آزمون پرش ارتفاع (F(1,29)= 5.505, B= 24.916, P= 0.026 with R^2=0.160)، و فاکتور شبه انسولین (F(1,29)= 4.540, B= 0.884, P= 0.042 with R^2=0.135)، قابل پیش‌بینی هستند. زمان انجام بازی (مسابقه)، ۵۶ دقیقه برای هر میلی‌لیتر بر دقیقه بر کیلوگرم، حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان؛ ۲۴/۹۱۶ دقیقه برای هر سانتی‌متر از پرش ارتفاع؛ ۰/۸۸۴ دقیقه برای هر نانوگرم در دسی‌لیتر از فاکتور رشد شبه‌انسولین افزایش یافت. در مقابل، زمان انجام بازی (مسابقه) برای هر سال سن اسکلتی ۱۲۷/۵۹ دقیقه و برای هر سال انحراف بالیدگی ۲۲۷/۰۸۴ دقیقه کاهش یافت. برای روشن‌شدن بهتر تفاوت بین مقدار واقعی متغیر وابسته و مقدار پیش بینی شده نمودارهای باقی‌مانده[1] در شکل شمارهٔ دو نشان داده شده‌اند.

1. Residual Graph



شکل ۱- تجزیه و تحلیل رگرسیون برای توضیح مدت زمان بازی

Fig 1- Regression Analysis to Explain Minutes of Playing



شکل ۲- نمودار باقیمانده؛ تفاوت بین مقدار واقعی متغیر وابسته و مقدار پیش بینی شده.

Fig 2- Residual Plot; The Difference Between the Actual Value of the Dependent Variable and The Value Predicted.

آنالیز رگرسیون خطی چندگانه نشان داد که وضعیت بالیدگی، وضعیت آمادگی بدنی و سطح هورمونی می‌توانند به‌طور درخور توجهی (F(۸،۲۲)= ۳/۲۷۸ ،P=۰/۰۱۳) با R^2 برابر با ۰/۵۵ زمان انجام بازی (مسابقه) بازیکنان را پیش‌بینی کنند. این رگرسیون از معادلهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{مدت زمان بازی} = \beta 0 + \beta 1 * (\text{سابقه فوتبال به ماه}) + \beta 2 * (\text{انحراف بالیدگی}) + \beta 3 * (\text{سن اسکلتی}) + \beta 4 * (\text{اکسیژن مصرفی بیشینه}) + \beta 5 * (\text{شاخص خستگی}) + \beta 6 * (\text{پرش ارتفاع}) + \beta 7 * (\text{هورمون رشد}) + \beta 8 * (\text{فاکتور رشد شبه انسولین یک})$$

جدول ۴- تحلیل رگرسیون خطی چندگانه: زمان انجام بازی (مسابقه) و همهٔ متغیرها

Table 4- Multiple Linear Regression Analysis: Time of Playing (Competition) and All Variables

95% Confidence		P value	|t|	Estimate	Beta	متغیر
Upper Bond	Lower Bond					Variable
3750	-1218	0.30	1.06	1265	β0	زمان انجام بازی (مسابقه) (دقیقه) Time of Playing (Competition)
42.02	-162.08	0.23	1.22	-60.03	β1	سن اسکلتی (سال) Skeletal Age (Years)
75.16	-376.40	0.18	1.38	-150.62	β2	انحراف بالیدگی (سال) Maturity Offset (Years)
2.29	-5.72	0.42	0.81	-1.61	β3	تمرین فوتبال (ماه) Football Training (Months)
48.03	-7.13	0.14	1.54	20.45	β4	اکسیژن مصرفی بیشینه $\dot{V}O_{2\ Max}$ ($Ml.Kg^{-1}.Min^{-1}$)
251.28	-247.24	0.99	0.02	2.02	β5	شاخص خستگی Fatigue Index (S)
29.39	-13.39	0.45	0.78	8.00	β6	پرش عمودی (سانتی‌متر) CMJ (cm)
72.34	-4.94	0.08	1.81	33.70	β7	هورمون رشد GH (ng/dl)
1.23	-0.46	0.36۳۶	0.93	0.38	β8	هورمون فاکتور شبه‌انسولین IGF1 (ng/dl)

$R^2 = 0.54$

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعهٔ حاضر بیانگر همبستگی زیاد و معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینه و زمان انجام بازی (مسابقه) و همچنین زمان انجام بازی (مسابقه) با سن اسکلتی، انحراف بالیدگی، همبستگی متوسط و معنادار بین پرش ارتفاع و فاکتور رشد شبه‌انسولین بود.

براساس گزارش‌های پژوهشی، پیشرفت اوج آمادگی جسمانی کودکان اغلب با اوج نمو قد هم‌زمان است که تقریباً در ۱۴ سالگی رخ می دهد (۳۶). درواقع در مطالعه‌ای که روی کودکان ۱۱ تا ۱۵ ساله

انجام شد، مشخص شد که رشد اوج عملکرد هوازی، سرعت و چابکی هم‌زمان با اوج سرعت قد بین ۱۳ تا ۱۴ سال رخ می‌دهد (۳۷)؛ بااین‌حال در مطالعه‌ای مشابه پژوهشگران نشان دادند که اوج رشد قدرت در سن ۱۵ تا ۱۶ سالگی رخ می‌دهد؛ البته در مطالعهٔ حاضر تاحدودی انتظار می‌رفت که بازیکنان نمونهٔ پژوهش به‌دلیل بالیدگی از ویژگی‌های بدنی بیشتری برخوردار باشند؛ زیرا آن‌ها با میانگین سن تقویمی ۱۵ ساله و میانگین سنی بیولوژیک ۱۶ سال معرفی شدند. به‌نظر می‌رسد بازیکنانی که سطح بالاتری از اکسیژن مصرفی بیشینه دارند، در عملکردهای مرتبط با توان بهتر هستند؛ بنابراین اکسیژن مصرفی بیشینه یک عامل تعیین‌کننده را دربارهٔ انتخاب بازیکنان برای مسابقه و دقایق بیشتر بازی نشان می‌دهد.

رگرسیون خطی برای هریک از متغیرهای مستقل برای بررسی تأثیر آن‌ها بر زمان انجام بازی (مسابقه) انجام شد. درواقع اکسیژن مصرفی بیشینه، پرش ارتفاع، انحراف بالیدگی و فاکتور رشد شبه‌انسولین می‌توانند به‌ترتیب ۳۲ درصد، ۱۶ درصد، ۱۴/۴ درصد و ۱۳/۵ درصد از تغییرات زمان انجام بازی (مسابقه) را بیان کنند.

محور هورمون رشد-فاکتور رشد شبه‌انسولین[1] به‌خوبی نشان می‌دهد که تأثیر زیادی بر رشد نمو خطی و طبیعی دارد (۱۳) درواقع در اواخر بلوغ سطح هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد و تقریباً بین ۱۵ تا ۱۶ سالگی به اوج خود می‌رسد (۳۸). با توجه به اینکه سطح غلظت فاکتور رشد شبه‌انسولین در این مرحله از بلوغ از سطح هورمون رشد بالاتر است (نمونهٔ این پژوهش از لحاظ بیولوژیک تقریباً دارای سن ۱۶ سال بود)، به‌نظر می‌رسد این امر پاسخ‌گوی این موضوع باشد که چرا فاکتور رشد شبه‌انسولین تأثیر بیشتر و معناداری در زمان انجام بازی (مسابقه) در مقایسه با هورمون رشد داشته است. ازآنجاکه فعالیت هورمونی در دوران بلوغ با وضعیت بالیدگی همراه است، درک‌شدنی است که این مسیرهای آنابولیک ممکن است به عملکرد بدنی بیشتری منجر شوند ۳۸، ۱۵). علاوه‌براین، برنامه‌های آموزش فوتبال که با افزایش فعالیت بدنی در مراحل بعد از بلوغ همراه‌اند، باعث افزایش فعالیت و غلظت هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین می‌شوند که درنتیجه ممکن است افزایش هم‌زمان در سطح قدرت و عملکرد هوازی را به‌همراه داشته باشد (۱۵). با توجه به اینکه پس از اوج سرعت قد، سطح هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین به غلظت‌های طبیعی در آن برمی‌گردند و شرایط آنابولیک را کاهش می‌دهند، درک‌شدنی است که قدرت و ویژگی‌های توان ممکن است بر زمان انجام بازی (مسابقه) کمتر از ظرفیت هوازی تأثیر بگذارند (۳۸، ۱۶)؛ بااین‌حال از یافته‌های مطالعهٔ حاضر به‌نظر می‌رسد که سطح آمادگی جسمانی، انحراف بالیدگی و فعالیت هورمونی می‌توانند در انتخاب بازیکنان مدنظر قرار گیرند.

1. GH-IGF-1

در مقایسه با مدل‌های رگرسیون خطی، رگرسیون خطی چندگانه قادر است با حساب‌کردن چندین عامل (بالیدگی، هورمونی و فاکتورهای بدنی) بینش بیشتری ارائه دهد دربارهٔ آنچه در متغیر وابستهٔ زمان انجام بازی (مسابقه) تأثیر می‌گذارد (۳۹)؛ براین‌اساس، تحلیل رگرسیون خطی چندگانه نشان داد که تعامل متغیرهای مستقل ۵۴/۵ درصد از دقایق بازی را توجیه می‌کند. علاوه‌براین، هنگام تجزیه و تحلیل متغیرهای مستقل مشخص شد که فاکتور رشد شبه‌انسولین و اکسیژن مصرفی بیشینه درمجموع ۳۵ درصد از تعداد دقایق بازی را تفسیر می‌کند که مهم‌ترین پیش‌بینی‌کنندهٔ مدت دقایق بازی در این مطالعه است. در پژوهشی که روی بازیکنان نخبهٔ فوتبال جوان انجام شد و هدف آن پیش‌بینی عوامل مؤثر در زمان انجام بازی (مسابقه) از طریق رگرسیون خطی چندگانه بود، مشخص شد که ۱۶/۷ درصد از واریانس دقایق بازی انجام‌شده در یک مسابقه با عملکرد پرش تفسیر شده است (۴۰) که با نتایج پژوهش حاضر ناهمسو بود. درواقع همان‌طور که قبلاً اشاره شد، شواهد مشخص‌شده در مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهند که سطح فاکتور رشد شبه‌انسولین و ظرفیت هوازی، در کنار هم ممکن است اهمیت بیشتری در انتخاب رقابت و تعداد دقایق بازی‌شده در مقایسه با اجرای پرش داشته باشند. به‌نظر می‌رسد این دو متغیر توضیح بیشتری برای زمان انجام بازی (مسابقه) داشته باشند، اما باید در تفسیر این یافته‌ها احتیاط کرد و در این زمینه همهٔ متغیرهای مستقل درنظر گرفته شوند.

اگرچه مطالعهٔ حاضر اولین مطالعه در پیشینهٔ پژوهشی است، محدودیت‌هایی دارد که باید به آن‌ها توجه شود. اندازهٔ نمونه یکی از اصلی‌ترین محدودیت‌هاست؛ زیرا تنها یک تیم تجزیه و تحلیل شد، اما همین مورد نیز نمایندهٔ جمعیت دردسترس بازیکنان نخبهٔ فوتبال جوان است که به‌سختی در دسترس بودند. علاوه‌براین، عوامل فنی و تاکتیکی درنظر گرفته نشده‌اند و همچنین تأثیر احتمالی وظایف مرتبط با پست بازیکنان بر انتخاب و تعداد دقایق بازی بررسی نشده است؛ به همین دلایل در مطالعات بعدی بهتر است از نمونهٔ بزرگ‌تر استفاده شود و همچنین وابستگی‌های تکنیکی-تاکتیکی و مرتبط با پست بازیکنان نیز درنظر گرفته شود تا به‌طور بالقوه اطلاعات قوی‌تری را دربارهٔ انتخاب و زمان انجام بازی (مسابقه) ارائه دهد.

براساس بررسی‌ها، پژوهش حاضر تنها مطالعه‌ای است که به‌صورت جامع در زمینهٔ بررسی تأثیر وضعیت بلوغ، فعالیت هورمونی و متغیرهای آمادگی در انتخاب بازیکنان برای رقابت و زمان انجام بازی (مسابقه) انجام شده است. ادغام فعالیت هورمونی، سطح آمادگی جسمانی و میزان بالیدگی تأثیر معناداری بر زمان انجام بازی (مسابقه) داشت و نتایج نشان داد اکسیژن مصرفی بیشینه و فاکتور رشد شبه‌انسولین، مهم‌ترین عوامل در انتخاب برای مسابقه و زمان انجام بازی (مسابقه) هستند. علاوه‌براین، ظرفیت هوازی، عملکرد پرش افقی و انحراف بالیدگی رابطهٔ معناداری با زمان انجام بازی (مسابقه)

داشتند؛ بنابراین با ادغام این متغیرها می‌توان اطلاعات مفصلی را دربارۀ رقابت و زمان انجام بازی (مسابقه) که بر بازیکنان جوان نخبه‌تأثیر گذارند، به‌دست‌آورد.

درنتیجه، ضریب همبستگی زیادی بین زمان انجام بازی (مسابقه) و عملکرد هوازی و همچنین همبستگی نسبتا متوسطی بین اکسیژن مصرفی بیشینه با سن اسکلتی، انحراف بالیدگی، فاکتور رشد شبه‌انسولین و پرش ارتفاع مشاهده شد. در این پژوهش مشخص شد که تعامل بین سطح بالیدگی، سطح هورمونی و ابعاد جسمی ۵۴/۴ درصد از زمان انجام بازی (مسابقه) را تبیین کرده است؛ درحالی‌که فاکتور رشد شبه‌انسولین و اکسیژن مصرفی بیشینه قوی‌ترین فاکتورهای تعیین‌کنندۀ مؤثر در زمان انجام بازی (مسابقه) بودند. درمجموع در مراحل بعدی بلوغ، عملکرد هوازی نقش مهمی در زمان انجام بازی (مسابقه) دارد؛ بااین‌حال، ادغام بالیدگی، سطح هورمونی و عوامل جسمانی ممکن است اطلاعات قوی‌تری در بر داشته باشد.

پیام مقاله: توصیه می‌شود مربیان با آگاهی از تفاوت‌های بالیدگی اعم از بالیدگی اسکلتی، بالیدگی بدنی (انحراف بالیدگی) و هورمونی و نقش آن‌ها در عملکرد بازیکنان ازجمله توان هوازی، توان بی‌هوازی و توان انفجاری، تأثیر انتخاب بازیکنان با بالیدگی زودهنگام را به‌حداقل برسانند و بتوانند فرصت و زمان مناسب‌تری به بازیکنان با بالیدگی دیرهنگام بدهند؛ به‌عبارت‌دیگر، فرصت بیشتری در آینده به بازیکنانی بدهند که قبل از بلوغ به لحاظ جسمانی و عملکردی سطح پایین‌تری دارند؛ زیرا ممکن است در آینده به لحاظ جسمانی مانند همسالان خود شوند و تمام کمبودهای بدنی‌شان را جبران کنند. درواقع بالیدگی در هر بازیکن زمان‌بندی و مدت زمانی متفاوت دارد؛ بنابراین نباید بازیکنان براساس این شرایط ناپایدار برای بازی‌کردن انتخاب شوند. درنهایت، معیارهای معتبرتری مانند درک تاکتیکی و توانایی‌های تکنیکی باید به‌عنوان معیارهای تعیین‌کننده در انتخاب بازیکنان برای مسابقات درنظر گرفته شوند؛ با این هدف که بازیکنان با بالیدگی دیرهنگام به‌دلیل ضعف در عملکرد بدنی (با وجود شرایط تکنیکی و تاکتیکی مشابه یا بهتر) کنار گذاشته نشوند. به‌طورکلی، باید در آینده به نگرش چندبعدی در معیارهای انتخاب بازیکنان برای مسابقات اهمیت داده شود.

منابع

1. 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.
2. 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.

3. Sarmento 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. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. : Champaign, Illinois, Human kinetics; 2004. p. 49,127, 278-97.
8. Roche AF, Chumlea WC, Thissen D. Assessment of skeletal 6. maturity of the hand-wrist: Fels method. Springfield, 1988; 78. 1988;39. p 59-235
9. 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.
10. 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.
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. Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgois 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.
13. 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.
14. 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.
15. Eliakim A, Nemet D. Exercise training, physical fitness and the growth hormone-insulin-like growth factor-1 axis and cytokine balance. Med Sport Sci. 2010;55:128-40.
16. Hammami MA, Ben Abderrahman A, 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. J Sports Sci Med. 2018;17(3):455-64.
17. 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.
18. 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.

19. 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.
20. John C, Rahlf AL, Hamacher D, Zech A. Influence of biological maturity on static and dynamic postural control among male youth soccer players. Gait & Posture. 2019;68:18-22.
21. Figueiredo AJ, e Silva MJC, Cumming SP, Malina RM. Size and maturity mismatch in youth soccer players 11-to 14-years-old. Pediatric Exercise Science. 2010;22(4):596-612.
22. 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.
23. Burgess DJ, Naughton GA. Talent development in adolescent team sports: a review. International journal of sports physiology and performance. 2010;5(1):103-16.
24. Henriksen K, Stambulova N, Roessler KK. Holistic approach to athletic talent development environments: A successful sailing milieu. Psychology of Sport and Exercise. 2010;11(3):212-22.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. Hui SC, Pialasse JP, Wong JY, Lam TP, 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 Spinal Disord. 2016;11:46.
29. Wade R, Yang H, McKenna C, Faria R, Gummerson N, Woolacott N. A systematic review of the clinical effectiveness of EOS 2D/3D X-ray imaging system. European Spine Journal. 2013;22(2):296-304.
30. 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.
31. Bangsbo J, Mohr M. Fitness testing in football: Bangsbosport; 2012.
32. 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.
33. 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.
34. Bangsbo J, Iaia FM, Krustrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test. Sports Medicine. 2008;38(1):37-51.

35. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(1):3-13.
36. 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.
37. Vänttinen T, Blomqvist M, Nyman K, Häkkinen K. Changes in body composition, hormonal status, and physical fitness in 11-, 13-, and 15-year-old Finnish regional youth soccer players during a two-year follow-up. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(12):3342-51.
38. Soliman A, De Sanctis V, Elalaily R, Bedair S. Advances in pubertal growth and factors influencing it: Can we increase pubertal growth? Indian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2014;18(Suppl 1):S53.
39. Marill KA. Advanced statistics: linear regression, part II: multiple linear regression. Academic Emergency Medicine. 2004;11(1):94-102.
40. 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.

استناد به مقاله

اسکندری‌فرد ابراهیم، کارگرفرد مهدی، فیگیردو آنتونیو. بررسی ارتباط شاخص‌های بالیدگی، عملکردی و هورمونی با زمان انجام بازی (مسابقه) در بازیکنان فوتبال نخبهٔ نوجوان در طول فصل. فیزیولوژی ورزشی. زمستان ۱۳۹۹؛ ۱۲(۴۸): ۸۲-۶۱. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/spj.2020.9394.2064

Eskandari Fard E, Kargar Fard M, J. Figueiredo A. Investigating the Correlation of Maturity, Performance and Hormonal Indices with the Time of Playing (Competition) in Elite Adolescent Football Players During the Season. Sport Physiology. Winter 2021; 12 (48): 61-82. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2020.9394.2064

Investigating the Correlation of Maturity, Performance and Hormonal Indices with the Time of Playing (Competition) in Elite Adolescent Football Players During the Season

E. Eskandari Fard[1], M. Kargar Fard[2], A. J. Figueiredo[3]

1. Ph.D. Student in Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Professor of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran (Corresponding Author)
3. Professor of Sport Sciences and Physical Education, University of Coimbra, Coimbra, Portugal

Received: 2020/09/03 **Accepted: 2020/12/27**

Abstract

Time of playing (Competition) may be affected by the maturity level, hormonal indices as well as the level of physical fitness of adolescent players, therefore the present study, with the purpose of this study is to determine and correlate the maturity, functional and hormonal indices with the time of playing (Competition) in elite football players. Thirty-one elite youth soccer players with a mean age of 16.51±0.252 years were studied over the football season then, the time of playing (Competition) of player was registered. At the end of the season, anthropometric characteristics, hormonal (GH, IGF-1) indices by chemiluminescence, maturity status by skeletal age, fitness tests (CMJ, 7RST, and Yo-Yo Test) Were measured. Pearson and Spearman correlation methods were used to specify the relationship between variables and multiple linear regression to explain the time of playing (Competition) of players ($P<0.05$). The results of correlation between variables showed that time of playing with VO2max ($r = 0.56$), skeletal age ($p = -0.42$), CMJ ($r = 0.40$), maturity offset ($r = -0.38$) And IGF-1 ($r = 0.36$) had a significant relationship. Multiple linear regression analysis with $R^2=0.55$ was significantly predicted players' time of playing (Competition). The results of the present study showed that high levels of insulin-like growth hormone and $VO2_{max}$ play a preponderant role in selecting and minutes of playing (Competition) of players in competitions. However, it appears to be more pragmatic to consider other contextual dimensions, as they can impact time of playing (Competition) in a match.

Keywords: Football, Skeletal Age, Fels Method, Time of Playing (Competition), Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1).

1. Email: ebrahimeskandarifard@gmail.com
2. Email: m.kargarfard@spr.ui.ac.ir
3. Email: afigueiredo@fcdf.uc.pt