Sport Medicine Studies **Volume 15, No 36, 2023, Page 97-122**

Research Paper

Stance Phase Characteristics in Age Group Soccer Players in Different Speeds of Gait

A. Darakhsh Mobarakeh[1], H. Esmaeili[2]

1. Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Department of Corrective Exercises and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran (Corresponding Author)

Received Date: 2023/03/06 **Accepted Date: 2023/07/25**

Abstract

Due to the direct relationship between playing soccer and walking and running at different speeds, recognizing various running patterns plays a major role in prescribing better training programs and improving the athletes' performance in different age groups. The purpose of the present study was to register the characteristics of stance phase in soccer players in different age groups and to find probable differences. Fifty-eight amateur football players of Sepahan Football Academy in Mobarakeh city in 3 age groups of U-13, U-15 and U-17 participated in this study. The players performed the test at 4 different tasks of walking, jogging, running in self-selected speed, and sprinting barefooted on a straight path that a foot scan was mounted in the midway. The results showed that in general, the progression angle decreases by aging and increases by the speed. Regarding the timing of sub-phases, the results showed difference between groups of different age groups. The results also revealed that the timing differs in sub-phases in different speeds. These findings could be useful in prescribing suitable running patterns in running trainings for age group soccer instructors.

Key words: Soccer Player, Running, Age Groups, Stance Phase, Football

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Email: amin7933035@gmail.com
2. Email: hamedesmaeili1987@yahoo.com

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Extended Abstract

Background and Purpose

Football is one of the most popular sports over the world. This popularity has led to the remarkable acceptance of young people and the spread of this sport over the world in recent years. Based on statistics on the most popular sports around the world, soccer is the first place of this list with about 3.5 billion followers by a significant margin (1). The huge benefit of nurturing talented youngsters has led to the establishment of football academies and schools alongside professional football clubs around the world (2). In addition, technique means all the movements specific to the game of football, leading to a correct and purposeful game (3). Running is one of the most common elements in many sports such as football, which plays an important role in game tactics as well as competition preparation. Considering the nature of football, running in different forms and speeds is one of the most important parts of every football player's performance. In football, running is one of the basic skills so that the players are constantly running during 90 minutes. This issue shows the importance of paying attention to the topic of running in this sport.

Considering that most of the studies conducted on the running of football players of different age groups have focused mainly on physiological factors, and biomechanical factors have been less addressed, therefore, the present study aims to identify the characteristics of the stance phase of the soccer players in the age groups. Addressing biomechanical factors of the age group soccer players helps to open a new perspective in these people. The purpose of this study was to investigate the characteristics of the stance phase characteristics of football players in different age groups. The results of the present study can be used in adopting training methods to improve gait patterns in age groups.

Materials and Methods

A total of 58 male football players from different age groups in 3 age groups of under 13 (17 players), under 15 (24 players) and under 17 years (17 players) participated in the study. After warming up, the participants performed 4 tasks of walking, jogging, running at a self-selected speed, and running at maximum speed barefoot on a specified 16-meter path where the foot scan (RsScan International, Belgium, 578mm×418m×12mm, 4096 sensors, 253 Hz) was located in the middle of that path.

The relative time of stance sub-phases and foot progression angle were calculated and analyzed. To obtain the foot progression angle (the angle between the

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

direction of the person's movement and the longitudinal axis of the foot; the line that passes between the inner and outer parts of the heel to the head of the second metatarsal) was calculated by Footscan Gate 7 software. Moreover, for each of the sub-phases, the relative time of the stance was calculated as a percentage of stance.

Results

Foot progression angle

The results showed that, overall, the foot progression angle is different between the groups at different speeds ($F(4,53)= 2.768$, $p= .037$, $ES= .173$). The results of univariate analysis of variance showed that there is a difference between the groups in the foot progression angle only in the two tasks of running at self-selected speed ($F(2)= 3.531$, $p= .036$, $ES= .114$) and running at maximum speed ($F(2)= 3.340$, $p= .043$, $ES= .108$). The results of the post hoc LSD test showed that there is no difference in the foot progression angle during walking and jogging between different age groups ($p > 0.05$). However, there is a difference between the groups in the forward angle during running at self-selected speed and running at maximum speed. The results indicated that, in general, speed has a significant effect on people's foot progression angle ($F(3,55) = 26.024$, $p = .001$, $ES = .587$). These results showed that the forward angle increases linearly with increasing movement speed ($F(1)=77.418$, $p=.001$, $ES=.576$).

The results of the multivariate analysis of variance test showed that, in general, the timing of the stance sub-phases in the various movement tasks is different ($F(12,45)=9.185$, $p=.001$, $ES=.710$). In the under 13 years group, the results revealed that only the relative duration of the forefoot push-off sub-phase is affected by the movement speed ($F(3)=5.619$, $p=.002$, $ES=.926$).

In the under 15 years group, the results showed that the movement speed (type of task) has a significant effect on the relative time of the initial contact sub-phase ($F(3)= 7.212$, $p= .001$, $ES= .978$) and forefoot push-off sub-phase ($F (3) = 14.276$, $p = .001$, $ES = 1.000$). In age group under 17 years the results showed that movement speed has an effect on the timing of all four stance sub-phases (Figure 1).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

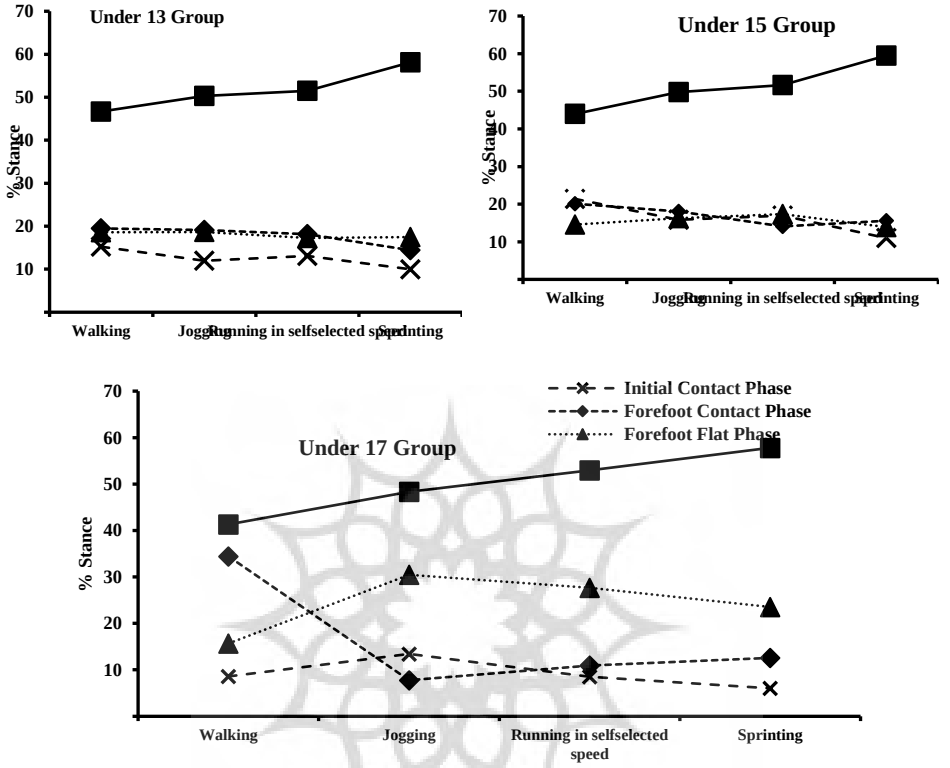


Fig 1- Relative timing of stance subphases in locomotion with different speeds in the groups. vertical axis represents relative timing of the subphases in percent.

Discussion

The results of the present study showed that there is a difference among different age groups in the foot progression angle and the timing of the stance sub-phases in locomotion at different speeds. In this study, it was shown that during running at self-selected speed and sprint running, the foot progression angle in group under 17 years was lower than that of under 13 years group. Moreover, the results of the present study showed that regardless of the groups, the foot progression angle increases with the increasing movement speed. These findings are in line with the findings of Catala et al. (2021), Figuerdo et al. (2009), Mendez-Villanova et al. (2011), Mahafi et al. (2022) and Bouchet and Mendez-Villanova (2014), showing differences in different age categories of football players in the basic football

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

categories (4-7). Bouchet and Mendez-Villanova reported that speed performance in maximum speed and anaerobic speeds is more efficient in older age groups than in younger age groups (8). The reason for the difference in the running performance of age groups may be explained that the acquisition of strength and power occurs after puberty (9). Therefore, people in higher age groups show better performance.

The results of the present study showed that apart from the present groups in different age groups, the increase in speed is associated with an increase in the foot progression angle. Thus, in general, the foot progression angle in the two movements of running at self-selected speed and running at maximum speed is significantly larger than jogging and walking. Further, the results showed that the foot progression angle in running at maximum speed is significantly larger than running at self-selected speed. The same is true in each of the age groups. According to the results of the present study, it can be concluded that the forward angle increases with the increase in movement speed. It has been shown that specifically training running exercises can have more positive effects on running and agility when carrying the ball in comparison with football training (10). In this study, the researchers showed that performing specific exercises related to running compared to specific football exercises in which a person accompanies the ball while running has more effects and people achieved better performance while carrying the ball at maximum speed (10). Therefore, it is recommended to the football coaches in the age groups to advise the football players under their supervision, while adopting specific running exercises, when running, the pattern of running with a lower foot progression angle to be similar to more mature patterns.

Conclusion

In general, the results of the present study showed that there is a difference between groups (with various ages) in the foot progression angle and the timing of the stance sub-phases in different speeds. Moreover, the findings of the present study revealed that regardless of the groups, the foot progression angle increases with the increase in movement speed. Finally, with increasing speed, the timing of stance sub-phases changes and the timing of forefoot push-off sub-phase increases. These findings can be useful for coaches of football players.

Message of the Article

Characteristics of stance phase of locomotion at different speeds of football players are influential in overall performance of running. With an increase in age, foot progression angle decreases, and with increasing speed, foot progression

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

angle increases. The timing of the stance sub-phases changes with age and is also affected by the increasing of movement speed. These differences due to age should be considered in adopting correct running patterns of football players.

References

1. Available from: https://www.statista.com/topics/1595/soccer/#topicOverview.
2. ShafieZadeh A. Evaluating of skill related abilitied of adolescent in soccer schools.Harekat. 2003;16(5) 91-106. [In Persian].
3. Dadkan SMH, Daneshjoo AR. Providing skill related and talent identification norms in 12 and 13 years soccer players in iranian football schools. Olympic. 2005;29(13)67-78. [In Persian].
4. Kalata M, Hank M, Bujnovsky D, Michalek J, Varjan M, Kunzmann E, et al. Bilateral Strength Asymmetry in Elite Youth Soccer Players: Differences between Age Categories. Symmetry. 2021;13(11):1982.
5. Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Coelho E Silva MJ, Malina RMJAohb. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. Ann Hum Biol. 2009;36(1):60-73.
6. Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Kuitunen S, Douglas A, Peltola E, Bourdon PJJoss. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. J Sport Sci. 2011;25(5):477-84.
7. Mahaffey R, Le Warne M, Blandford L, Morrison SCJG, Posture. Age-related changes in three-dimensional foot motion during barefoot walking in children aged between 7 and 11 years old. Gait Posture. 2022;1:95:38-43.
8. Buchheit M, Mendez-Villanueva AJJoss. Effects of age, maturity and body dimensions on match running performance in highly trained under-15 soccer players. J Sport Sci. 2014:32(13):1271-8.
9. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity: Human kinetics.2004.
10. Lupo, Corrado, Alex Nicolae Ungureanu, Mattia Varalda, and Paolo Riccardo Brustio. Running technique is more effective than soccer-specific training for improving the sprint and agility performances with ball possession of prepubescent soccer players. Biol Sport. 2019;3:249-255.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۵، شماره ۳۶، تابستان ۱۴۰۲. صص ۱۲۲-۹۷

مقالهٔ پژوهشی

ویژگی‌های مرحلهٔ استانس فوتبالیست‌های رده‌های سنی در سرعت‌های متفاوت گیت

امین درخش مبارکه[1]، حامد اسماعیلی[2]

۱. دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استادیار، گروه حرکات اصلاحی و آسیب های ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)

تاریخ ارسال ۱۴۰۱/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۵/۰۳

چکیده

با توجه به رابطه مستقیم ورزش فوتبال با دویدن و راه‌رفتن در سرعت‌های مختلف، یافتن الگوهای مختلف دویدن می‌تواند در کمک به تجویز تمرینات بهتر و ارتقای عملکرد بازیکنان در سنین مختلف نقش مهمی را ایفا کند. هدف پژوهش حاضر، ثبت ویژگی‌های مرحله استانس در بین فوتبالیست‌های رده‌های سنی مختلف و یافتن تفاوت‌های احتمالی بود. تعداد ۵۸ نفر از فوتبالیست‌های آماتور پسر از رده‌های سنی مختلف در سه رده سنی زیر ۱۳ سال، زیر ۱۵ سال و زیر ۱۷ سال در این مطالعه شرکت کردند. بازیکنان در چهار تکلیف راه‌رفتن، جاگینگ، دویدن با سرعت انتخابی و دویدن با حداکثر سرعت در مسیری مستقیم که دستگاه فوت اسکن در وسط آن قرار داشت، به‌صورت پابرهنه دویدند. نتایج نشان داد، به‌طورکلی زاویه پیشروی با افزایش سن کاهش پیدا کرد و با افزایش سرعت حرکت زاویه پیشروی افزایش یافت. در ارتباط با زمان‌بندی زیرمرحله‌ها نتایج نشان داد، بین گروه‌های مختلف با رده‌های سنی تفاوت وجود دارد. همچنین زمان‌بندی زیرمرحله ها در سرعت‌های مختلف متفاوت بود. به‌طورکلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد، ویژگی‌های فرایند مرحله استانس گیت بین گروه‌های مختلف با رده‌های سنی مختلف، متفاوت است. این یافته‌ها برای مربیان رده‌های سنی فوتبالیست‌ها در اتخاذ الگوهای مناسب دویدن می‌تواند مفید واقع شود.

واژگان کلیدی: بازیکن فوتبال، دویدن، رده‌های سنی، مرحله استانس، فوتبال.

1. Email: amin7933035@gmail.com
2. Email: hamedesmaeili1987@yahoo.com

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مقدمه

فوتبال یکی از محبوب‌ترین ورزش‌های دنیا محسوب می‌شود و همین محبوبیت باعث استقبال چشمگیر جوانان و فراگیرشدن این ورزش در سطح دنیا در سالیان اخیر بوده است. فوتبال نه‌تنها اقبال زیادی از طرف مردم داشته است، بلکه سیاست‌مداران، شرکت‌های بزرگ و باشگاه‌های مختلف ورزشی توجه خاصی به این رشته نشان داده‌اند. در آمار منتشرشده درباره محبوب‌ترین ورزش‌های جهان، ورزش فوتبال با حدود ۳/۵ میلیارد دنبال‌کننده با اختلاف چشمگیری در رده اول این فهرست قرار دارد (۱). آمار منتشرشده از جام جهانی ۲۰۰۶ آلمان حاکی از این موضوع بود که بیش از سه میلیارد نفر این مسابقات را از طریق تلویزیون تماشا کردند (۱). از بعد مالی نیز گردش مالی زیاد این ورزش نشان‌دهنده اهمیت و جایگاه انکارنشدنی این ورزش است. در گزارشی که سایت statista.com منتشر کرد، درآمد اتحادیه اروپا در فصل ۲۰۱۹/۲۰ بیش از ۲۵/۲ میلیارد یورو بوده است (۱).

سود سرشار پرورش جوانان مستعد به تأسیس آکادمی‌ها و مدارس فوتبال در کنار باشگاه‌های حرفه‌ای فوتبال در سرتاسر جهان منجر شده است (۲). منظور از تکنیک، تمامی اعمال حرکتی مخصوص بازی فوتبال است که موجب بازی صحیح و هدفمند می‌شود (۳). چارلز هیوز[1] بر این باور است که تکنیک‌ها در فوتبال ابزار داد و ستد به شمار می‌روند و بازیکنی بهتر است که تکنیک بهتر و بیشتری داشته باشد (۳).

دویدن یکی از عناصر رایج در بسیاری از ورزش‌ها از قبیل فوتبال، راگبی، بسکتبال و دیگر ورزش‌ها است که نقش مهمی در تاکتیک‌های بازی و همچنین آماده‌کردن برای مسابقات دارد. با توجه به ماهیت ورزش فوتبال، دویدن در فرم‌ها و سرعت‌های مختلف یکی از مهم‌ترین بخش‌های عملکرد هر فوتبالیستی محسوب می‌شود. در فوتبال نیز دویدن یکی از مهارت‌های پایه است؛ به‌طوری‌که در آن بازیکنان در طول ۹۰ دقیقه دائماً در حال دویدن هستند و همین موضوع اهمیت توجه به مقوله دویدن در این ورزش را نشان می‌دهد.

مطابق با قانون فیفا برای برگزاری تورنمنت‌های بین‌المللی، رده‌های سنی به چند دسته تقسیم می‌شوند: رده سنی بزرگسالان، رده سنی امید (زیر ۲۳ سال)، رده سنی جوانان (زیر ۲۰ سال)، رده سنی نوجوانان (زیر ۱۷ سال) و رده سنی نونهالان (زیر ۱۵ سال)؛ البته این طبقه‌بندی در تورنمنت‌های ملی و استانی ممکن است متفاوت باشد و رده‌های سنی بیشتری ازجمله زیر ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۰ سال

1. Charls Hious

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

را نیز شامل شود. ذکر این امر ضروری است که سنین ذکرشده توسط فیفا، در بحث رقابتی است، ولی در حوزه آموزش، حتی خردسالان پنج و شش‌ساله نیز به فراگرفتن آموزش‌های لازم ورزشی در آکادمی‌های ورزشی مشغول می‌شوند.

مطالعات پیشین نشان داده‌اند، ویژگی‌های جسمانی و حرکتی فوتبالیست‌های حاضر در رده‌های سنی مختلف تفاوت‌هایی دارند. کاتالا[1] و همکاران بیان کردند، قدرت عضلات فلکسور زانو، اکستنسور زانو و تقارن‌نداشتن قدرت عضلات فلکسور و اکستنسور زانو بین رده‌های سنی مختلف زیر ۱۳ سال، زیر ۱۵ سال و زیر ۱۷ سال متفاوت است (۴). فیگوئردو[2] و همکاران ذکر کردند، ویژگی‌های جسمانی (ساختاری) فوتبالیست‌های مختلف در رده‌های سنی مختلف، متفاوت است (۵). این ویژگی‌ها می‌تواند بر عملکرد دویدن فوتبالیست‌های حاضر در رده‌های سنی مختلف تأثیر بگذارد؛ به‌طور مثال، مندز-ویلانوا[3] و همکاران نشان دادند، طی دویدن، حداکثر سرعت، شتاب و عملکرد کلی دویدن با افزایش سن بهتر می‌شود (۶). مهافی[4] و همکاران ذکر کردند، با افزایش سن، وضعیت قرار گیری پاها حین راه‌رفتن بهبود پیدا می‌کند (۷). بوچت[5] و مندز-ویلانوا نشان دادند، عملکرد سرعت با حداکثر سرعت و سرعت‌ها بی هوازی در گروه‌های سنی بیشتر، بهتر از گروه‌های سنی کمتر است (۸).

مرحله استانس دویدن، مرحله‌ای است که در آن پا با زمین در تماس است و نقل و انتقال نیروها بین زمین و بدن انسان اتفاق می‌افتد (۹). از ویژگی‌های مهم این مرحله، زمان‌بندی زیرمرحله‌های آن و زاویه پیش روی پا است. نشان داده شده است که تغییر در زمان‌بندی زیرمرحله‌ها و زاویه پیشروی می‌تواند بر بیومکانیک دویدن تأثیرگذار باشد (۹). کاهش زاویه پیشروی موجب ایجاد وضعیت مناسبی برای انتقال نیرو از طریق پا به زمین می‌شود. بررسی ویژگی‌های مرحله استانس فوتبالیست‌های حاضر در رده‌های سنی مختلف می‌تواند در شناسایی تفاوت‌های موجود در رده‌ها اطلاعات مفیدی را فراهم کند. این اطلاعات می‌تواند در شناسایی الگوهای بهینه گیت افراد در استعدادیابی نیز استفاده شود.

با توجه به اینکه غالب مطالعات در زمینه دویدن فوتبالیست‌های رده‌های سنی، بر عوامل فیزیولوژیک تمرکز داشته‌اند و عوامل بیومکانیکی کمتر بررسی شده‌اند، مطالعه حاضر درصدد است تا با شناسایی ویژگی‌های مرحله استانس گیت متغیرهای بیومکانیکی این افراد را بررسی کند تا دیدگاه جدیدی در این افراد آشکار شود. هدف مطالعه حاضر، بررسی ویژگی‌های مرحله استانس گیت فوتبالیست‌ها در

1. Katala
2. Figueiredo
3. Mendez-Villanueva
4. Mahaffey
5. Buchheit

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

رده‌های سنی بود. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند در اتخاذ روش‌های تمرینی برای بهبود الگوهای گیت در رده‌های سنی استفاده شود.

روش پژوهش

تعداد ۵۸ نفر از فوتبالیست‌های پسر از رده‌های سنی مختلف در سه رده سنی زیر ۱۳ سال، زیر ۱۵ سال و زیر ۱۷ سال به‌صورت دردسترس در آزمون شرکت کردند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول شماره یک آورده شده است. شرایط ورود آزمودنی‌ها به مطالعه عبارت بود: از داشتن حداقل سه سال سابقه تمرین فوتبال در آکادمی، نداشتن هرگونه آسیب یا ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی و داشتن الگوی ضربه عقب پا.

روند اجرای آزمون: پس از ورود آزمودنی‌ها به سالن محل اجرای آزمایش و توضیح شرایط آزمون برای آن‌ها، فرم مخصوص به اطلاعات فردی تکمیل و امضا شد. سپس اطلاعات مربوط به قد و وزن افراد براساس الگوی از قبل آماده‌شده مشخص شد. در مرحله بعد، شرکت‌کنندگان پس از گرم‌کردن و اجرای حرکات کششی، چهار تکلیف راه‌رفتن ، جاگینگ، دویدن با سرعت خودانتخابی و دویدن با حداکثر سرعت در مسیر مشخص‌شده ۱۶ متری رت که فوت اسکن (RsScan International, Belgium, 578mm×418m×12mm, 4096 sensors, 253 Hz) در میانه آن مسیر قرار داشت، به‌صورت پابرهنه انجام دادند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که حین راه‌رفتن و دویدن پای برتر خود را بدون هیچ گونه کنترل ارادی و تنظیم راه‌رفتن روی دستگاه قرار دهند تا اختلالی در فرایند راه‌رفتن و دویدن آن‌ها ایجاد نشود. ویژگی‌های هر سرعت در حداقل شش مرتبه کوشش به‌ازای هر سرعت برای هرکدام از آزمودنی‌ها ثبت شد.

از نرم‌افزار فوت اسکن گیت ۷ (Footscan 7 Gait 2nd Generation) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. درصد زمانی نسبی زیرمرحله‌های استانس و زاویه پیشروی پا حین راه‌رفتن، جاگینگ، دویدن با سرعت خودانتخابی و دویدن با حداکثر سرعت محاسبه و تحلیل شد. برای به دست آوردن زاویه پیشروی پا، زاویه بین راستای حرکت فرد و محور طولی پا (خطی که از بین قسمت‌های داخلی و خارجی پاشنه تا سر متاتارسال دوم عبور می‌کند) توسط نرم‌افزار فوت اسکن گیت ۷ محاسبه شد (شکل شماره یک). نرم‌افزار به‌صورت خودکار پنج لحظه مشخص فرایند ۱- roll-over: اولین تماس پا (لحظه‌ای که پا اولین تماس خود را با صفحه فشار برقرار می‌کند)، ۲- تماس اولین متاتارسال (لحظه‌ای

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

که یکی از متاتارسال‌ها با صفحه فشار تماس پیدا می‌کند)، ۳- صاف‌شدن جلوی پا (اولین لحظه‌ای که تمام متاتارسال‌ها با صفحه فشار تماس پیدا کنند)، ۴- جداشدن پاشنه (لحظه‌ای که پاشنه تماس خود با صفحه فشار را تمام می‌کند) و ۵) آخرین تماس پا با دستگاه (آخرین تماس پا با صفحه) را مشخص می‌کند (شکل شماره دو، قسمت ب). بین این پنج نقطه، چهار مرحله کلیدی مشخص می‌شود: ۱- زیرمرحله تماس اولیه (بین تماس اولیه پا و تماس اولین متاتارسال)، ۲- زیرمرحله تماس جلوی پا (بین تماس اولین متاتارسال تا صاف شدن جلوی پا)، ۳- زیرمرحله صاف‌شدن پا (بین صاف‌شدن جلوی پا تا جداشدن پاشنه) و ۴- زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا (بین صاف‌شدن جلوی پا تا تماس انتهایی پا) (شکل شماره یک) (۱۰). برای هرکدام از این مراحل، مدت‌زمان نسبی استانس برحسب درصد محاسبه شد.

جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در تحقیق

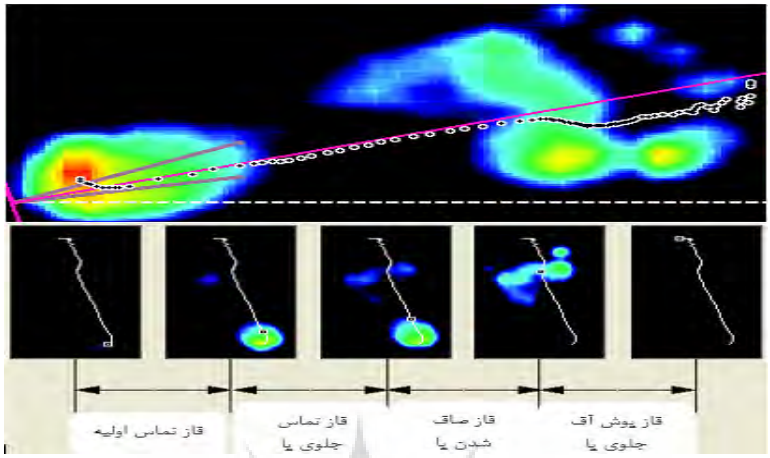
Table 1- Demographic characteristics of the participants

U-17 years	U-15 years	U-13 years	
17	24	17	N (n)
16.01 ± 0.42	14.18 ± 0.46	11.88 ± 0.33	Age (years)
61.52 ± 8.74	44.29 ± 7.67	40.88 ± 9.59	Mass (Kg)
172.64 ± 8.02	154.87 ± 9.61	146.94 ± 10.02	Height (cm)
20.64 ± 4.7	18.45 ± 3.4	18.92 ± 2.3	BMI (Kg/m^2)

برای بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد که نتایج نشان‌دهنده نرمال‌بودن توزیع داده‌ها بود ($p>۰/۰۵$). از آزمون تحلیل واریانس با طرح مختلط (۳ رده سنی و ۴ سرعت حرکت) برای بررسی اثرگذاری رده سنی و سرعت حرکت و اثرات تعاملی استفاده شد. پس از شناسایی اثرات اصلی و تعاملی از آزمون‌های تحلیل واریانس یک‌متغیره، تحلیل واریانس چندمتغیره و تحلیل واریانس برای سنجش مکرر استفاده شد. آزمون تعقیبی LSD نیز به کار رفت. از مجذور اتای سهمی (η_p^2) برای نشان‌دادن اندازه اثر (ES) استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار اس‌پی‌اس‌اس[1] نسخه ۱۸ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

1. SPSS

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۱- نحوه محاسبه زاویه پیشروی و نمایش زیرمرحله‌های استانس

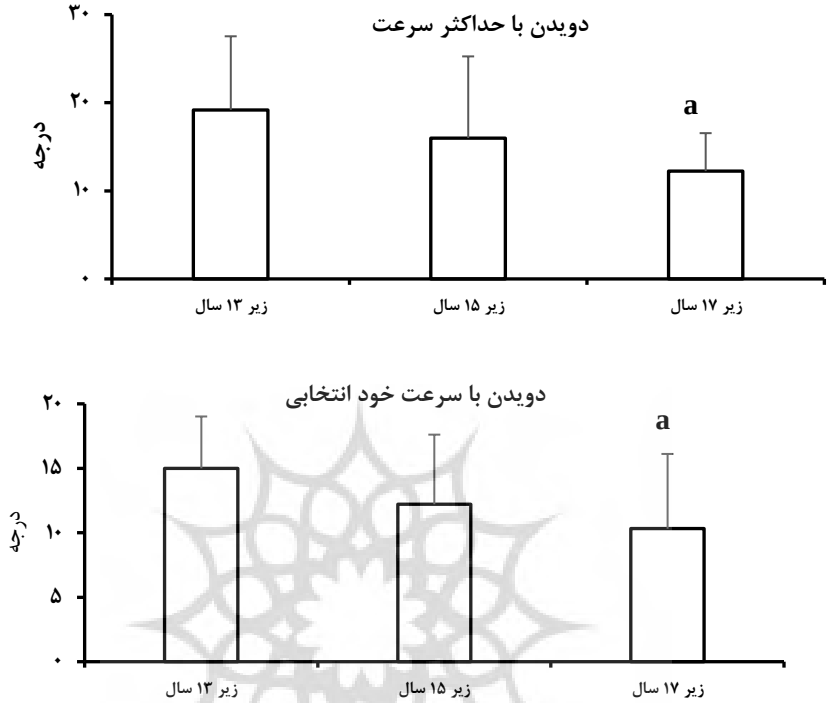
Figure 1- Progression angle calculation and stance subphases

نتایج

زاویه پیشروی

نتایج نشان داد، به‌طورکلی، زاویه پیشروی در سرعت‌های مختلف بین گروه‌ها متفاوت بود (ES=۰/۱۷۳، P=۰/۰۳۷، F(۴،۵۳)=۲/۷۶۸). نتایج آزمون تحلیل واریانس تک‌متغیره نشان داد، تنها در دو تکلیف دویدن با سرعت خودانتخابی (ES=۰/۱۱۴، P=۰/۰۳۶، F(۲)=۳/۵۳۱) و دویدن با حداکثر سرعت (ES=۰/۱۰۸، P=۰/۰۴۳، F(۲)=۳/۳۴۰) بین گروه‌ها در زاویه پیشروی اختلاف وجود داشت. نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد، زاویه پیشروی حین اجرای حرکات راه‌رفتن و جاگینگ بین رده‌های مختلف سنی اختلاف وجود نداشت (P>۰/۰۵)؛ بااین‌حال، در حین اجرای حرکات دویدن با سرعت خودانتخابی و دویدن با حداکثر سرعت در زاویه پیشروی بین گروه‌ها اختلاف وجود داشت (شکل شماره دو). همان‌طورکه در شکل شماره دو ملاحظه می‌شود، زاویه پیشروی حین دویدن با سرعت خودانتخابی، در افراد زیر ۱۳ سال به‌طور معناداری از افراد زیر ۱۷ سال بزرگ‌تر بود (P=۰/۰۱۱). در تکلیف دویدن با حداکثر سرعت، افراد گروه زیر ۱۳ سال به‌طور معناداری زاویه پیشروی بزرگ‌تری را در مقایسه با گروه زیر ۱۷ سال نمایش دادند (P=۰/۰۱۳).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



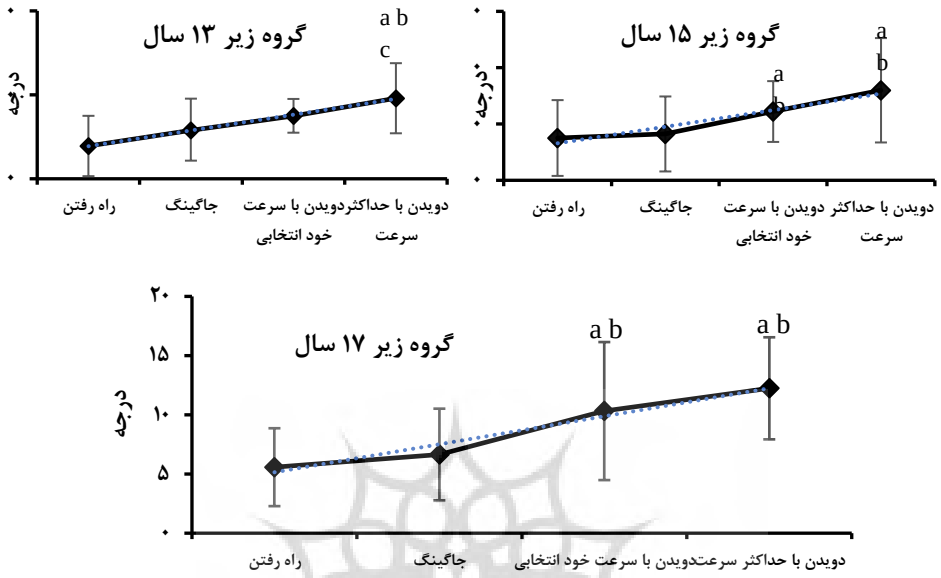
شکل ۲- مقایسه زاویه پیشروی حین دویدن با سرعت خودانتخابی و دویدن با حداکثر سرعت بین گروه‌ها با رده‌های مختلف سنی

a: اختلاف با گروه زیر ۱۳ سال

Figure 2- Comparison of progression angle in running with self-selected speed and sprinting in age groups
a: Indicates significant difference with U-13 group

درباره بررسی اثر سرعت حرکت نتایج نشان داد، به‌طورکلی، سرعت اثر معناداری بر زاویه پیشروی افراد داشت (ES=۰/۵۸۷، P=۰/۰۰۱، F(۳،۵۵)=۲۶/۰۲۴). این نتایج نشان داد، زاویه پیشروی به‌صورت خطی با افزایش سرعت حرکت افزایش پیدا کرد (ES=۰/۵۷۶ ، P=۰/۰۰۱، F(۱)=۷۷/۴۱۸) (شکل شماره سه).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۳- زاویه پیشروی در سرعت‌های مختلف حرکت در گروه‌های حاضر در پژوهش

a: معناداری با راه‌رفتن ، b : معناداری با جاگینگ، c : معناداری با دویدن با سرعت خودانتخابی

Figure 3- Progression angle in different speeds of locomotion in the age groups
a: Significant difference with walking, b: Significant difference with jogging, c: Significant difference with running with self-selected speed

زمان‌بندی زیرمرحله‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد، به‌طورکلی زمان‌بندی زیرمرحله‌های چهارگانه استانس در تکالیف چهارگانه حرکتی، متفاوت بود (F(۱۲،۴۵)=۹/۱۸۵، P=۰/۰۰۱، ES=۰/۷۱۰). درباره تکلیف راه‌رفتن نتایج نشان داد، به‌طورکلی بین گروه‌ها در زمان‌بندی زیرمرحله‌های چهارگانه اختلاف وجود داشت (F(۳،۵۴)=۹/۴۳۳، P=۰/۰۰۱، ES=۰/۳۴۴). در زمان‌بندی دو زیرمرحله تماس اولیه (F(۲)=۷/۱۸۱، P=۰/۰۰۲، ES=۰/۲۰۷) و تماس جلوی پا (F(۲)=۱۳/۷۴۳، P=۰/۰۰۱، ES=۰/۳۳۳) بین گروه‌ها اختلاف وجود داشت. مدت‌زمان نسبی در زیرمرحله تماس اولیه در گروه زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری کمتر از گروه زیر ۱۵ سال بود (P=۰/۰۰۱). در زیرمرحله تماس جلوی پا، مدت‌زمان نسبی در دو گروه زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۰۱) و زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۱) به‌صورت معناداری کمتر از گروه زیر ۱۷ سال بود

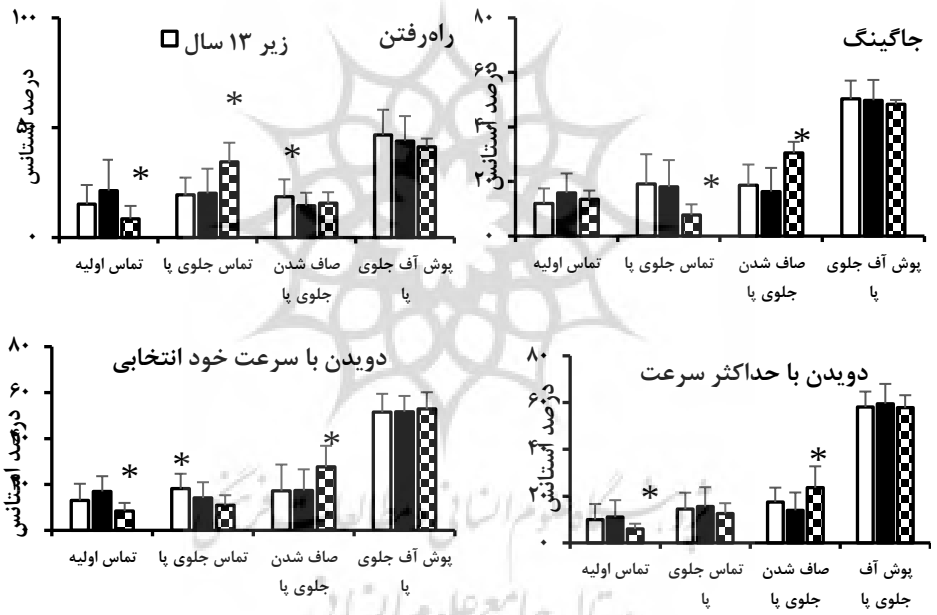
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

(شکل شماره چهار). به‌طورکلی، در زمان‌بندی زیرمرحله‌های استانس جاگینگ در سه رده سنی اختلاف وجود داشت (F(۳،۵۴)=۱۴/۸۹۷ ،P=۰/۰۰۱ ،ES=۰/۴۵۳). در دو زیرمرحله تماس جلوی پا (F(۲)=۸/۷۹۹ ،P=۰/۰۰۱ ، ES=۰/۲۴۲) و صاف‌شدن جلوی پا (F(۲)=۲۰/۰۷۶ ،P=۰/۰۰۱ ،ES=۰/۴۲۲) در زمان‌بندی نسبی زیرمرحله ها بین گروه‌های رده سنی اختلاف وجود داشت. گروه زیر ۱۷ سال مدت‌زمان نسبی کمتری را در مقایسه با دو گروه زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۱) و زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۰۱) از خود به نمایش گذاشت؛ این در حالی است که در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا، گروه زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری مدت‌زمان نسبی بیشتری را در مقایسه با دو گروه زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۱) و زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۰۱) از خود به نمایش گذاشت (شکل شماره چهار). در زمینه دویدن با سرعت خودانتخابی، نتایج نشان داد که به‌طورکلی، زمان‌بندی زیرمرحله‌های چهارگانه مرحله استانس دویدن با سرعت خودانتخابی بین گروه‌ها متفاوت بود (F(۳،۵۴)=۷/۵۶۹ ،P=۰/۰۰۱ ،ES=۰/۲۹۶). همچنین نتایج نشان داد، حین دویدن با سرعت خودانتخابی در زمان‌بندی نسبی زیرمرحله‌های تماس اولیه (F(۲)=۹/۵۰۶ ،P=۰/۰۰۱ ،ES=۰/۲۵۷)، تماس جلوی پا (F(۲)=۵/۹۸۱ ،P=۰/۰۰۴ ،ES=۰/۱۷۹) و صاف‌شدن جلوی پا (F(۲)=۶/۵۲۴ ،P=۰/۰۰۳ ،ES=۰/۱۹۲) بین سه رده سنی اختلاف وجود داشت. در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی در گروه زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری کمتر از گروه‌های زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۱) و زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۳۳) بود. در زیرمرحله تماس جلوی پا، مدت‌زمان نسبی در گروه زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری بیشتر از دو گروه زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۴۰) و زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۰۱) بود. در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا، رده سنی زیر ۱۳ سال به‌طور معناداری مدت‌زمان نسبی بیشتری را در مقایسه با دو گروه زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۲) و زیر ۱۷ سال (P=۰/۰۰۳) از خود به نمایش گذاشت. در زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا، در زمان‌بندی نسبی بین گروه‌ها اختلافی مشاهده نشد (شکل شماره چهار). نتایج نشان داد، به‌طورکلی زمان‌بندی زیرمرحله‌های استانس حین دویدن با حداکثر سرعت بین گروه‌های مختلف رده‌ها سنی متفاوت بود (F(۳،۵۴)=۶/۲۲۳ ،P=۰/۰۰۱ ،ES=۰/۲۵۷) (جدول شماره چهار). نتایج آزمون تحلیل واریانس تک‌متغیره نشان داد، زمان‌بندی زیرمرحله‌های مختلف استانس در دو زیرمرحله تماس اولیه (ES=۰/۱۱۴، P=۰/۰۳۶ ،F(۲)=۳/۵۳۰) و صاف‌شدن جلوی پا (F(۲)=۷/۷۴۱ ،P=۰/۰۰۱ ،ES=۰/۲۲۰) بین گروه‌ها با رده‌های سنی مختلف، متفاوت بود. در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی در رده سنی زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری از دو گروه زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۳) و زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۱۲) کمتر بود. در زیرمرحله

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

صاف‌شدن جلوی پا، مدت‌زمان نسبی در رده سنی زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری بیشتر از رده سنی زیر ۱۳ سال (P=۰/۰۲۶) و رده سنی زیر ۱۵ سال (P=۰/۰۰۱) بود (شکل شماره چهار).

در گروه زیر ۱۳ سال، نتایج نشان داد که تنها مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا تحت‌تأثیر عامل تکلیف (سرعت حرکت) قرار گرفت (ES=۰/۹۲۶، P=۰/۰۰۲، F(۳)=۵/۶۱۹)؛ به این صورت که مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله با افزایش سرعت حرکت به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد (ES=۰/۹۶۲، P=۰/۰۰۱، F(۱)=۱۵/۹۰۳). در این زیرمرحله، کمترین مدت‌زمان نسبی برای راه‌رفتن مشاهده شد. مدت‌زمان نسبی پوش‌آف جلوی پا حین دویدن با حداکثر سرعت به‌طور معناداری بیشتر از راه‌رفتن (P=۰/۰۰۱)، جاگینگ (P=۰/۰۰۵) و دویدن با سرعت خودانتخابی (P=۰/۰۲۱) بود (شکل شماره پنج).



شکل ۴- مقایسه مدت زمان نسبی استانس حرکت با سرعت‌های مختلف در سه رده سنی

*** نشان‌دهنده اختلاف معنادار است.**

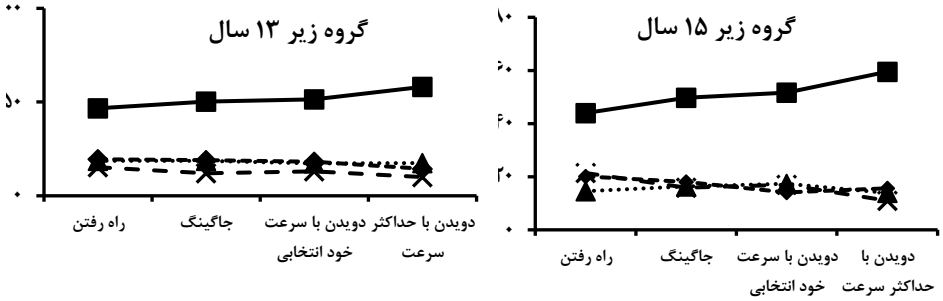
Fig 4 -Comparison of relative timing of stance subphases in locomotion with different speeds

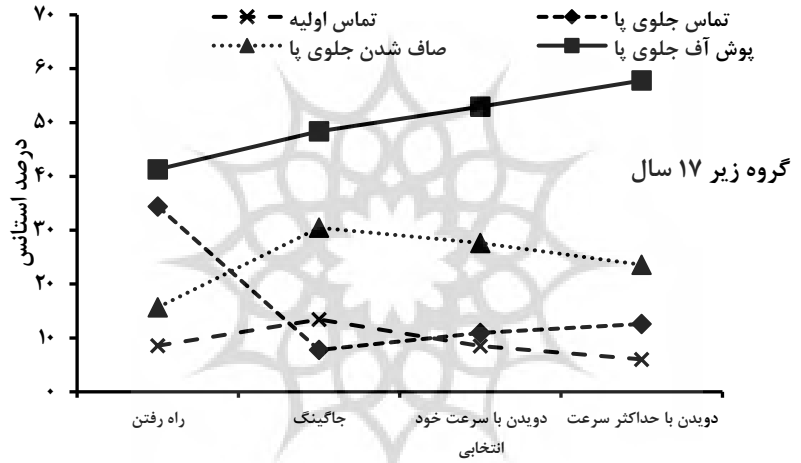
*** Indicates significant differences.**

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

در گروه زیر ۱۵ سال، نتایج نشان داد که عامل سرعت حرکت (نوع تکلیف) روی زمان‌بندی زیرمرحله‌های تماس اولیه (ES=۰/۹۷۸، P=۰/۰۰۱، F(۳)=۷/۲۱۲) و پوش‌آف جلوی پا (ES=۱/۰۰۰، P=۰/۰۰۱، F(۳)=۱۴/۲۷۶) اثر معناداری داشت. در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله با افزایش سرعت حرکت به‌صورت خطی کاهش پیدا کرد (ES=۰/۹۲۱، P=۰/۰۰۲، F(۱)=۱۲/۴۱۷). در حین دویدن با حداکثر سرعت، مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس اولیه به‌صورت معناداری کمتر از حالت راه‌رفتن (P=۰/۰۰۱)، جاگینگ (P=۰/۰۰۳) و دویدن با سرعت خودانتخابی (P=۰/۰۰۵) بود. در این گروه، در زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا با افزایش سرعت حرکت، مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد (ES=۰/۹۹۷، P=۰/۰۰۱، F(۱)=۲۴/۶۴۹). مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا به‌طور معناداری بیشتر از هنگام راه‌رفتن (P=۰/۰۰۱)، جاگینگ (P=۰/۰۰۱) و دویدن با سرعت خودانتخابی (P=۰/۰۰۱) بود. درنهایت، در گروه زیر ۱۷ سال، نتایج نشان داد که سرعت حرکت روی زمان‌بندی هر چهار زیرمرحله اثر داشت. در زیرمرحله تماس اولیه، روند غیرخطی وجود داشت؛ بین راه‌رفتن تا جاگینگ مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله افزایش پیدا کرد (P=۰/۰۱۱) و سپس بین جاگینگ تا دویدن با سرعت خودانتخابی کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۰۱). درنهایت، بین دویدن با سرعت خودانتخابی تا دویدن با حداکثر سرعت نیز کاهش یافت (P=۰/۰۰۱). در مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس جلوی پا نیز روند غیرخطی وجود داشت. در ابتدا حین راه‌رفتن تا جاگینگ مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۰۱) و سپس بین جاگینگ تا دویدن با سرعت خودانتخابی این مدت‌زمان نسبی افزایش پیدا کرد (P=۰/۰۰۷). درنهایت، بین دویدن با سرعت خودانتخابی تا دویدن با حداکثر سرعت نیز افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا نیز روند غیرخطی وجود داشت. برای این زیرمرحله، بین راه‌رفتن تا جاگینگ مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله افزایش پیدا کرد (P=۰/۰۰۱). سپس بین جاگینگ تا دویدن با سرعت خودانتخابی بدون تغییر باقی ماند و بین دویدن با سرعت خودانتخابی تا دویدن با حداکثر سرعت کاهش پیدا کرد (P=۰/۰۳۷)، اما روند تغییرات مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا به‌صورت خطی بود (ES=۱/۰۰۰، P=۰/۰۰۱، F(۱)=۱۰۹/۷۷۵)؛ به این ترتیب که با افزایش سرعت حرکت، مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله نیز افزایش پیدا کرد. در حین دویدن با حداکثر سرعت، مدت‌زمان این زیرمرحله به‌طور معناداری بیشتر از حالت راه‌رفتن (P=۰/۰۰۱)، جاگینگ (P=۰/۰۰۱) و دویدن با سرعت خودانتخابی (P=۰/۰۲۴) بود (شکل شماره پنج).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License





شکل ۵- مدت‌زمان نسبی زیرمرحله‌های استانس در حرکات مختلف در گروه‌های پژوهش. محور عمودی نشان‌دهنده مدت‌زمان نسبی زیرمرحله‌ها براساس درصد سیکل است.

Figure 5- Relative timing of stance subphases in locomotion with different speeds in the groups

Vertical axis represents relative timing of the subphases in percent.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، بین گروه‌های مختلف با رده‌های سنی متفاوت زاویه پیشروی و زمان-بندی زیرمرحله‌های تکیه‌گاهی حین حرکت با سرعت‌های مختلف اختلاف وجود داشت. در این مطالعه نشان داده شد که حین دویدن با سرعت خودانتخابی و دویدن با حداکثر سرعت، زاویه پیشروی در

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

گروه زیر ۱۷ سال کمتر از گروه زیر ۱۳ سال بود. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد، فارغ از گروه‌ها، با افزایش سرعت حرکت، زاویه پیشروی افزایش یافت.

این یافته‌ها با یافته‌های مطالعات کاتالا و همکاران (۴)، فیگوئردو و همکاران (۵)، مندز-ویلانووا و همکاران (۶)، مهافی و همکاران (۷) و بوچت و مندز-ویلانوا (۸) که نشان‌دهنده وجود اختلافات در رده‌های مختلف سنی فوتبالیست‌های رده‌های پایه فوتبال است، همسوست. کاتالا و همکاران بیان کردند، قدرت عضلات فلکسور زانو، اکستنسور زانو و تقارن‌نداشتن قدرت عضلات فلکسور و اکستنسور زانو بین رده‌های سنی مختلف زیر ۱۳ سال، زیر ۱۵ سال و زیر ۱۷ سال متفاوت است (۴). فیگوئردو و همکاران ذکر کردند، ویژگی‌های جسمانی (ساختاری) فوتبالیست‌های مختلف در رده‌های سنی مختلف، متفاوت است (۵). مندز-ویلانوا و همکاران نشان دادند، طی دویدن، حداکثر سرعت، شتاب و عملکرد کلی دویدن با افزایش سن بهتر می‌شود (۶). مهافی و همکاران ذکر کردند، با افزایش سن، وضعیت قرار گیری پاها حین راه‌رفتن بهبود پیدا می‌کند (۷). بوچت و مندز-ویلانوا نشان دادند، عملکرد سرعت با حداکثر سرعت و سرعت‌ها بی هوازی در گروه‌های سنی بیشتر، بهتر از گروه‌های سنی کمتر است (۸). در بیان علت اختلاف در عملکرد دویدن رده‌های سنی، بیان شده است که کسب قدرت و توان پس از دوران بلوغ اتفاق می‌افتد (۱۱)؛ ازاین‌رو افراد در رده‌های سنی بیشتر، عملکرد بهتری را از خود به نمایش می‌گذارند. علاوه بر این نشان داده شده است که عملکرد بی‌هوازی دویدن فوتبالیست‌های رده سنی بیشتر، بهتر از رده‌های سنی کمتر است (۱۲). این موضوع نیز می‌تواند به کسب موارد جسمانی لازم برای استقامت با افزایش سن مربوط باشد (۱۱). درباره عملکرد بهتر دویدن، مواردی برای بهبود این عملکرد نشان داده شده است؛ برای مثال، کوکلو و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین توانایی دویدن با حداکثر سرعت، شتاب و پرش عمودی در فوتبالیست-ها جوان پرداختند. نشان داد که توانایی دویدن با پرش عمودی رابطه مستقیم و معناداری دارد (۱۳). عملکرد دویدن و دویدن با حداکثر سرعت در رده‌های سنی به چندین عامل بستگی دارد که با عوامل رشدی و بلوغ تعدیل می‌شود. در ادبیات تحقیق، پژوهشگران توانایی دویدن را بررسی کرده‌اند که در این بین نقش عوامل بیومکانیکی کمتر بررسی شده است؛ ازاین‌رو بررسی بیومکانیکی این مباحث ضروری است. از بین مطالعات، باررا و همکاران نشان دادند، گشتاور اکستنسوری کانسنتریک عضلات زانو در سرعت زاویه‌ای ۱۸۰ درجه بر ثانیه، با سرعت دوندگان همبستگی زیاد- بسیار زیادی دارد (۱۴). همان‌طورکه اشاره شد، افزایش سن با بهره‌مندی افراد در ظرفیت‌های بدنی افراد همراه است (۱۱)؛ بنابراین به نظر می‌رسد، یکی از دلایل بهبود وضعیت بهتر دوندگان، بیشتربودن رده سنی افراد

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد، با افزایش سن، در زاویه پیشروی حین حرکات کاهش ایجاد می‌شود. براساس ادبیات تحقیق، در دوران کودکی تا نوجوانی و جوانی، ساختار پا به شکلی متغیر رفتار می‌کند و عملکرد و ساختار آن با تغییرات زیادی همراه می‌شود (۱۵). از ویژگی‌های بارز پا که در عملکرد کلی آن نقش مهمی بازی می‌کند، زاویه پیشروی است. نشان داده شده است که برای عملکرد مناسب دویدن، این زاویه کاهش پیدا می‌کند (۱۶). با توجه به اینکه در این مطالعه نشان داده شد با افزایش سن افراد در رده‌های سنی زاویه پیشروی کاهش پیدا کرد، به نظر می‌رسد که با افزایش سن، زاویه پیشروی پا کاهش پیدا می‌کند که این مطلب نیز یکی از مواردی است که با روند افزایش سن در بهبود مکانیک دویدن دوندگان حاصل می‌شود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، جدای از گروه‌های حاضر در رده‌های سنی مختلف، افزایش سرعت با افزایش زاویه پیشروی همراه بود؛ به‌طوری‌که به‌طورکلی زاویه پیشروی در دو حرکت دویدن با سرعت خودانتخابی و دویدن با حداکثر سرعت به‌صورت معناداری بزرگ‌تر از جاگینگ و راه‌رفتن بود. همچنین نتایج نشان داد، به‌طورکلی زاویه پیشروی در دویدن با حداکثر سرعت به‌طور معناداری بزرگ‌تر از دویدن با سرعت خودانتخابی بود. در هریک از گروه‌های سنی نیز همین ترتیب برقرار بود. در رده سنی زیر ۱۳ سال، بیشترین زاویه پیشروی به دویدن با حداکثر سرعت مربوط بود و سپس دویدن با سرعت خودانتخابی در مقایسه با راه‌رفتن، زاویه پیشروی بزرگ‌تری را از خود به نمایش گذاشت. در رده سنی زیر ۱۵ سال، زاویه پیشروی دویدن با حداکثر سرعت و دویدن با سرعت خودانتخابی به‌طور معناداری بزرگ‌تر از جاگینگ و راه‌رفتن بود. در رده سنی زیر ۱۷ سال نیز دویدن با حداکثر سرعت و دویدن با سرعت خودانتخابی دارای زاویه پیشروی بزرگ‌تری در مقایسه با راه‌رفتن و جاگینگ بود. همه این موارد نشان می‌دهد که با افزایش سرعت حرکت، زاویه پیشروی افزایش پیدا می‌کند. با بررسی ادبیات تحقیق مطالعه‌ای یافت نشد که به بررسی اثر زاویه پیشروی بر مکانیک حرکت پرداخته شود؛ بااین‌حال، با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با افزایش سرعت حرکت، زاویه پیشروی افزایش پیدا می‌کند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، به‌طورکلی، زمان‌بندی زیرمرحله‌های استانس حین حرکت بین گروه‌ها متفاوت بود. به‌طور اختصاصی، نتایج نشان داد که در تکلیف راه‌رفتن در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی گروه زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری کمتر از گروه زیر ۱۵ سال بود. در زیرمرحله تماس جلوی پا، مدت‌زمان نسبی گروه زیر ۱۷ سال از دو گروه زیر ۱۳ و زیر ۱۵ سال بیشتر بود. در حین جاگینگ در زیرمرحله تماس جلوی پا، گروه زیر ۱۷ سال مدت‌زمان کمتری را در مقایسه با دو

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

گروه زیر ۱۵ و زیر ۱۳ سال از خود به نمایش گذاشت. در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا، مدت‌زمان نسبی گروه زیر ۱۷ سال از دو گروه زیر ۱۵ و زیر ۱۳ سال بیشتر بود. در دویدن با سرعت خودانتخابی، در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی گروه زیر ۱۷ سال از دو گروه زیر ۱۵ و زیر ۱۳ سال کمتر بود. در زیرمرحله تماس جلوی پا، مدت‌زمان نسبی گروه زیر ۱۳ سال از دو گروه زیر ۱۵ و زیر ۱۷ سال بیشتر بود. در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا، رده سنی زیر ۱۷ سال مدت‌زمان نسبی بیشتری را در مقایسه با دو رده سنی زیر ۱۵ و زیر ۱۳ سال نشان داد. در حین دویدن با حداکثر سرعت، در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی رده سنی زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری از دو گروه زیر ۱۵ سال و زیر ۱۳ سال کمتر بود. در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا، مدت‌زمان نسبی صرف‌شده در رده سنی زیر ۱۷ سال به‌طور معناداری بیشتر از رده سنی زیر ۱۳ سال و رده سنی زیر ۱۵ سال بود. این نتایج بیانگر کمتربودن مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس اولیه در گروه زیر ۱۷ سال در تکالیف حرکتی بود. همچنین نتایج بیانگر نبود اختلاف در مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا در تکالیف مختلف حرکتی در گروه‌های حاضر در تحقیق بود. این نتایج نشان‌دهنده وجود اختلافاتی در مدت‌زمان نسبی زیرمرحله‌های استانس در تکالیف مختلف حرکتی در گروه‌ها با رده سنی متفاوت بود. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که الگوی راه‌رفتن و دویدن در رده‌های مختلف سنی متفاوت است که با نتایج مطالعه حاضر همسوست (۱۹-۱۷). نتایج مطالعه حاضر نشان داد، در گروه زیر ۱۷ سال، مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس اولیه در تکالیف مختلف حرکتی از دو گروه زیر ۱۵ و زیر ۱۳ سال کمتر بود. به نظر می‌رسد، یکی از ویژگی‌های افزایش سن، کمترشدن مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس اولیه باشد. علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که تغییر در زمان‌بندی زیرمرحله‌های تکیه، گاهی با تغییر در الگوی توزیع فشار کف پایی نواحی مختلف پا در ارتباط است (۲۰). از طرفی نشان داده شده است که الگوی توزیع فشار کف پایی در دوران مختلف سنی متفاوت است (۱۷)؛ بنابراین به نظر می‌رسد، در گروه‌های مختلف در رده‌های سنی متفاوت که زمان‌بندی زیرمرحله‌ها متفاوت بود، دلیل وجود اختلاف در بارگیری‌های پا در مناطق مختلف پا در مطالعات پیشین باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، سرعت اجرای حرکت (راه‌رفتن، جاگینگ، دویدن با سرعت انتخابی و دویدن با حداکثر سرعت) روی زمان‌بندی زیرمرحله ها تأثیر داشت. در گروه زیر ۱۳ سال، تنها مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا تحت‌تأثیر عامل تکلیف (سرعت حرکت) قرار گرفت؛ به این صورت که مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله با افزایش سرعت حرکت به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد. در این زیرمرحله، کمترین مدت‌زمان نسبی برای راه‌رفتن مشاهده شد. مدت‌زمان نسبی پوش‌آف

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

جلوی پا حین دویدن با حداکثر سرعت بزرگ‌تر از راه‌رفتن، جاگینگ و دویدن با سرعت خودانتخابی بود. در گروه زیر ۱۵ سال، نتایج نشان داد که عامل سرعت حرکت (نوع تکلیف) روی زمان‌بندی زیرمرحله‌های تماس اولیه و پوش‌آف جلوی پا اثر داشت. در زیرمرحله تماس اولیه، مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله با افزایش سرعت حرکت به صورت خطی کاهش پیدا کرد. در حین دویدن با حداکثر سرعت، مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس اولیه به‌صورت معناداری کمتر از حالت راه‌رفتن، جاگینگ و دویدن با سرعت خودانتخابی بود. در این گروه، در زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا با افزایش سرعت حرکت، مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد. مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا حین دویدن با حداکثر سرعت بزرگ‌تر از هنگام راه‌رفتن، جاگینگ و دویدن با سرعت خودانتخابی بود. درنهایت، در گروه زیر ۱۷ سال، نتایج نشان داد که سرعت حرکت بر زمان‌بندی هر چهار زیرمرحله اثر معنادار داشت. در زیرمرحله تماس اولیه، روند غیرخطی وجود داشت؛ به این صورت که بین راه‌رفتن تا جاگینگ مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله افزایش پیدا کرد و سپس بین جاگینگ تا دویدن با سرعت خودانتخابی کاهش پیدا کرد. درنهایت، بین دویدن با سرعت خودانتخابی تا دویدن با حداکثر سرعت نیز کاهش پیدا کرد. در مدت‌زمان نسبی زیرمرحله تماس جلوی پا نیز روند غیرخطی وجود داشت؛ به این صورت که در ابتدا حین راه‌رفتن تا جاگینگ مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله کاهش پیدا کرد. سپس بین جاگینگ تا دویدن با سرعت خودانتخابی این مدت‌زمان نسبی افزایش پیدا کرد و درنهایت بین دویدن با سرعت خودانتخابی تا دویدن با حداکثر سرعت نیز افزایش یافت. در زیرمرحله صاف‌شدن جلوی پا نیز روند غیرخطی وجود داشت. برای این زیرمرحله، بین راه‌رفتن تا جاگینگ مدت‌زمان نسبی افزایش پیدا کرد. سپس بین جاگینگ تا دویدن با سرعت خودانتخابی بدون تغییر باقی ماند و بین دویدن با سرعت خودانتخابی تا دویدن با حداکثر سرعت کاهش پیدا کرد، اما روند تغییرات مدت‌زمان نسبی زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا به‌صورت خطی بود؛ به این صورت که با افزایش سرعت حرکت، مدت‌زمان نسبی این زیرمرحله نیز افزایش پیدا کرد. در حین دویدن با حداکثر سرعت مدت‌زمان، این زیرمرحله بزرگ‌تر از حالت راه‌رفتن، جاگینگ و دویدن با سرعت خودانتخابی بود. به‌طورکلی این یافته‌ها بیانگر افزایش مدت‌زمان زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا با افزایش سرعت حرکت است. در زیرمرحله پوش‌آف جلوی پا، افراد به انتقال نیرو برای پیش‌راندن بدن به سمت جلو اقدام می‌کنند (۲۱). با افزایش سرعت، افراد نیازمند انتقال نیروی بیشتری برای جلو راندن بدن هستند (۲۲). یکی از سازوکارها، افزایش مدت‌زمان بارگذاری است که نتایج مطالعه حاضر به‌خوبی این موارد را تأیید می‌کند. افزایش در سهم نسبی مدت‌زمان پوش‌آف جلوی پا، با کاهش

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

در مدت‌زمان نسبی دیگر زیرمرحله ها همراه است که نتایج مطالعه حاضر نیز این موارد را نشان داد. در گروه زیر ۱۷ سال، رفتار دیگر زیرمرحله‌های استانس متفاوت‌تر از دیگر گروه‌ها بود. به نظر می‌رسد، در این گروه رفتارهای متفاوتی بین افراد داخل گروه اتفاق افتاده است که نشان‌دهنده تغییرپذیری این گروه است. به نظر می‌رسد، سن بیشتر و بلوغ بیشتر افراد سبب تکمیل‌شدن فرایند حرکتی افراد شده باشد.

در مطالعه‌ای نشان داده شده است که انجام تمرینات دویدن می‌تواند اثرات مثبت بیشتری بر دویدن و چابکی هنگام حمل توپ داشته باشد (۲۳). محققان مطالعه مذکور دریافتند که انجام تمرینات اختصاصی مربوط به دویدن در مقایسه با تمرینات مخصوص فوتبال که در آن فرد حین دویدن توپ را همراهی می‌کند، اثرات بیشتری داشت و افراد به عملکرد بهتری حین حمل توپ با حداکثر سرعت دست پیدا کردند (۲۳)؛ بنابراین به مربیان فوتبال رده‌های سنی توصیه می‌شود که به فوتبالیست‌های زیرنظر خود، ضمن به‌کارگیری تمرینات اختصاصی دویدن، حین دویدن الگوی دویدن با زاویه پیشروی کمتر را توصیه کنند تا به الگوهای بالغ‌تر شبیه شوند.

مطالعه حاضر محدودیت‌هایی داشت که ما را با چالش‌هایی روبه‌رو می‌کند. مطالعه‌نشدن فوتبالیست-های حرفه‌ای بزرگسال به‌عنوان جامعه هدف که به‌مثابه یک ملاک می‌توانست ما را در تفسیر بهتر داده‌ها کمک کند. با توجه به محدودبودن آزمودنی‌ها به حاضران در آکادمی فوتبال، هنگام تعمیم نتایج باید احتیاط کرد.

به‌طورکلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین گروه‌های مختلف با رده‌های سنی متفاوت زاویه پیشروی و زمان‌بندی زیرمرحله‌های تکیه‌گاهی حین حرکت با سرعت‌های مختلف اختلاف وجود دارد. همچنین، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فارغ از گروه‌ها، با افزایش سرعت حرکت، زاویه پیشروی افزایش پیدا می‌کند. درنهایت با افزایش سرعت، زمان‌بندی زیرمرحله‌های استانس تغییر کرده و زمان-بندی زیرمرحله‌های پوش‌آف جلوی پا افزایش پیدا می‌کند. این یافته‌ها برای مربیان رده‌های سنی فوتبالیست‌ها می‌تواند مفید باشد.

پیام مقاله

ویژگی‌های مرحله استانس حرکت در سرعت‌های مختلف فوتبالیست‌ها بر عملکرد کلی دویدن اثرگذار است. با افزایش سن، زاویه پیشروی کاهش پیدا کرده و با افزایش سرعت حرکت، زاویه پیشروی افزایش پیدا می‌کند. زمان‌بندی زیرمرحله‌ها با افزایش سن تغییر می‌کند و با افزایش سرعت حرکت

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

نیز تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. این تفاوت‌های ناشی از سن باید در کاربرد الگوهای صحیح دویدن فوتبالیست‌ها در نظر گرفته شود.

منابع

1. https://www.statista.com/topics/1595/soccer/#topicOverview
2. ShafieZadeh A. Evaluating of skill related abilitied of adolescent in soccer schools.Harekat. 2003;16(5):91-106. [In Persian]
3. Dadkan SMH, Daneshjoo AR. Providing skill related and talent identification norms in 12 and 13 years soccer players in iranian football schools. Olympic. 2005;29(13):67-78. [In Persian]
4. Kalata M, Hank M, Bujnovsky D, Michalek J, Varjan M, Kunzmann E, et al. Bilateral strength asymmetry in elite youth soccer players: differences between age categories. Symmetry. 2021;13(11):1982.
5. Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Coelho E Silva MJ, Malina RMJAohb. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. Ann Hum Biol. 2009;36(1):60-73.
6. Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Kuitunen S, Douglas A, Peltola E, Bourdon PJJoss. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. J Sport Sci. 2011;25(5):477-84.
7. Mahaffey R, Le Warne M, Blandford L, Morrison SCJG, Posture. Age-related changes in three-dimensional foot motion during barefoot walking in children aged between 7 and 11 years old. Gait Posture. 2022;1(95):38-43.
8. Buchheit M, Mendez-Villanueva AJJoss. Effects of age, maturity and body dimensions on match running performance in highly trained under-15 soccer players. J Sport Sci. 2014:32(13):1271-8.
9. De Wit B, De Clercq D, Aerts PJJob. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. J Biomech. 2000;33(3):269-78.
10. Esmaeili H, Askari Z. Effect of Trunk muscles fatigue on the trajectory of the center of pressure during walking. Studies Sport Med. 2020;12(28):183-220.
11. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. Champaign: Human Kinetics; 2004.
12. 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. J Sports Sci. 2006;24(3):221-30.
13. Köklü Y, Alemdaroğlu U, Özkan A, Koz M, Ersöz GJS, Sports. The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. Sci Spor. 2015;30(1):e1-e5.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

14. Barrera J, Figueiredo AJ, Duarte J, Field A, Sarmento HJBoS. Predictors of linear sprint performance in professional football players. Biol Spor. 2023;40(2):359-64.
15. Waseda A, Suda Y, Inokuchi S, Nishiwaki Y, Toyama YJF, Surgery A. Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence—derived from the measurement results of 10,15 children. Foot Ankle. 2014;20(3):208-14.
16. Fuchs R, Staheli LTJJoPO. Sprinting and intoeing. J Pediatr Orthop B. 1996;16(4):489-91.
17. Phethean J, Pataky TC, Nester CJ, Findlow AHJG. A cross-sectional study of age-related changes in plantar pressure distribution between 4 and 7 years: a comparison of regional and pixel-level analyses. Gait Posture. 2014;39(1):154-60.
18. Nicholson K, Church C, Takata C, Niiler T, Chen BP-J, Lennon N, et al. Comparison of three-dimensional multi-segmental foot models used in clinical gait laboratories. Gait Posture. 2018;236:41-63.
19. Stavlas P, Grivas TB, Michas C, Vasiliadis E, Polyzois VJTJof. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. J Foot Ankle Surg. 2005;44(6):424-8.
20. Anbarian M, Esmaeili HJG. Effects of running-induced fatigue on plantar pressure distribution in novice runners with different foot types. Gait Posture. 2016;48:48-52.
21. Altman AR, Davis ISJCsmr. Barefoot running: biomechanics and implications for running injuries. Curr Sports Med Rep. 2012;11(5):244-250.
22. Mero A, Komi P, Gregor RJSm. Biomechanics of sprint running. Sports Med. 1992;13(6)376-392.
23. Lupo C, Ungureanu AN, Varalda M, Brustio PR. Running technique is more effective than soccer-specific training for improving the sprint and agility performances with ball possession of prepubescent soccer players. Biol Sport. 2019;3:249-55.

ارجاع‌دهی

درخش مبارکه امین، اسماعیلی حامد. ویژگی‌های مرحلهٔ استانس فوتبالیست‌های رده‌های سنی در سرعت‌های متفاوت گیت. مطالعات طب ورزشی. تابستان ۱۴۰۲؛ ۱۵(۳۶)، ۱۲۲-۹۷. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SMJ.2023.14741.1678

Darakhsh Mobarakeh A, Esmaeili H. Stance Phase Characteristics in Age Group Soccer Players in Different Speeds of Gait. Sport Medicine Studies. Summer 2023; 15 (36): 97-122 (Persian). DOI: 10.22089/SMJ.2023.14741.1678

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License