



مروری بر نقش کربوهیدرات‌ها در تغذیه ورزشی فوتبال‌بایست‌ها

امین بویراحمدی: دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
اکبر قلاوند: دکتری فیزیولوژی ورزشی، مرکز تحقیقات گوارش و کبد کودکان، دانشگاه علوم پزشکی زابل، زابل، ایران (* نویسنده مسئول) akbarghalavand@gmail.com
ماریا رحمانی قبادی: استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران
کبری عیاشی زاده: کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
آزاده سادات سفیداری: کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

فوتبال،
تغذیه ورزشی،
درشت مغذی،
کربوهیدرات،
عملکرد ورزشی

زمینه و هدف: تغذیه بازیکنان فوتبال یک موضوع مهم است و کربوهیدرات به عنوان یک سوپ‌سترای مهم در هر دو سیستم انرژی هوازی و بی‌هوازی، می‌تواند در تغذیه ورزشی فوتبال نقش تعیین کننده داشته باشد. هدف از تحقیق حاضر مروری بر مطالعات انجام شده در خصوص تغذیه ورزشی رشته فوتبال با تأکید بر مصرف کربوهیدرات‌ها می باشد.
روش کار: در تحقیق مروری حاضر که از نوع مروری سیستماتیک می‌باشد، مطالعات چاپ شده در پایگاه‌های اطلاعات داده تا سال ۲۰۲۲ میلادی با استفاده از کلید واژه‌های فوتبال، تغذیه، درشت مغذی، کربوهیدرات و عملکرد ورزشی جستجو شد و از بین مطالعات انجام شده مطالعاتی که شرایط ورود به تحقیق را داشتند، انتخاب شدند. مطالعات انتخاب شده توسط ۳ نفر از نویسندگان بررسی شدند و در نهایت تعداد ۳۵ مطالعه انتخاب و بررسی شدند.
یافته‌ها: نتایج نشان داد که استفاده از کربوهیدرات و بهینه نگه داشتن ذخایر گلیکوژنی نقش مفیدی در بهبود عملکرد ورزشی فوتبال‌بایست‌ها دارد و تناسب در استفاده از درشت مغذی‌ها و توجه به کمیت و کیفیت کربوهیدرات در برنامه تغذیه‌ای فوتبال‌بایست‌ها در دوره‌های تمرین، قبل، حین و پس از مسابقه یا تمرین می‌تواند بر عملکرد ورزشی فوتبال‌بایست‌ها موثر باشد.
نتیجه‌گیری: اگر چه تحقیقات زیادی در خصوص نقش کربوهیدرات در تغذیه ورزشی فوتبال‌بایست‌ها انجام شده است ولی با توجه به تفاوت در ویژگی‌های فوتبال‌بایست‌ها از نظر جنسیت، سن و سطح مهارتی و پست بازیکنان فوتبال، نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Boyerahmadi A, Ghalavand A, Rhmani Ghobadi M, Ayashizadeh K, Sefidari AS. A Review of the Role of Carbohydrates in the Sports Nutrition of Soccer Players. Razi J Med Sci. 2022;29(8):46-60.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) صورت گرفته است.



Review Article

A Review of the Role of Carbohydrates in the Sports Nutrition of Soccer Players

Amin Boyerahmadi: PhD in Exercise Physiology, Department of physical education and sport science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Akbar Ghalavand : PhD in Exercise Physiology, Pediatric Gastroenterology and Hepatology Research Center, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran (* Corresponding author) akbarghalavand@gmail.com

Maria Rhmani Ghobadi: Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of physical education and sport science, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran

Kobra Ayashizadeh: MSc in Exercise Physiology, Department of physical education and sport science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Azadeh Sadat Sefidari: MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Background & Aims: Soccer is a very dynamic and fast team game with a richness of movement, which is in the group of multi-structured sports games; Soccer is a sport characterized by numerous, complex, and dynamic kinematics activities with rotational or non-rotational movements (1). In this sport, a high level of points can be achieved only in planned training conditions (2). Sports scientists have focused on approximate explanations for excellent athletic performance; or they are looking for factors that affect the athlete's interaction with their environment (for example, diet, and exercise). By understanding these factors, environmental conditions can be manipulated to optimize athletic performance (4). Nutrition strategies are one of the most popular and accessible ways to improve performance, recovery and improve physiological changes in certain sports such as Soccer (5, 7). Despite a correct understanding of the physiological demands of Soccer, and the relationship between preparation and nutritional performance, the eating habits of soccer players are often associated with a lack of training and a lack of knowledge of the scientific methods of sports nutrition (8). The characteristics of contemporary professional Soccer increase the physical demands during the game as well as more matches per season. Now more than ever, aspects of optimizing athletic performance have received much attention from Soccer players and coaches. In this, nutrition plays a special role; because most elite teams try to provide adequate nutrition to ensure maximum performance while ensuring faster recovery from competitions and training. In addition to regular nutrition based on nutritional recommendations, sensible use of dietary supplements may also play a role in optimizing Soccer performance (9). Nutrition of Soccer players is an important issue and its knowledge can help increase the quality of this popular game and prevent possible health problems and injuries in players (10); which shows the importance of applied research on the effect of nutrition on the level of health and athletic performance of soccer players. In view of the above, the purpose of this study was to review the role of sports nutrition in the sports performance of soccer players with emphasis on the role of carbohydrates as one of the macronutrients applied to the sports performance of soccer players.

Methods: In the present systematic review study by searching the information obtained from the databases of Google Scholar, Pubmed, etc. from 2000 to 2022, studies that examined the effect of carbohydrates on the physical performance and physical fitness of football soccer players. Were searched with the keywords Soccer, sports nutrition, macronutrients, carbohydrates and sports performance. The selected studies were reviewed by 3 authors and out of 124 selected articles, 35 articles that met the entry requirements were selected and used.

Results: The importance of carbohydrates increases with increasing intensity of exercise, but due to the limited carbohydrate reserves in the body, the reduction of liver and muscle glycogen with intense exercise for a long time is a determining factor (24) in the performance of team sports such as Soccer. Proper glycogen content plays a major role in athletic performance. As shown by physiological measurements performed in a Soccer match, the bioenergy of this particular sport is quite comprehensive and includes high oxidative capacity, high glycolytic capacity as well as high dependence on the degradation and re-synthesis pathway of ATP and phosphocreatine. Is (25). Due to the high glycolytic component, the content of muscle glycogen is important in Soccer. Proper carbohydrate intake is a key element in dealing with a lot of exercise among professional athletes. Consumed carbohydrates, which are stored as glycogen, are the source of muscle energy during exercise. Carbohydrates stored as glycogen in the liver and skeletal muscle are an important source of energy, both in competition and in training, where carbohydrate availability is a limiting factor during long-term physical activity. Can be effective in athletic performance.

Keywords

Soccer,
Sports nutrition,
Macronutrients,
Carbohydrates,
Sports performance

Received: 03/09/2022

Published: 05/11/2022

Based on the analysis of Soccer matches, the intensity of players' activity is at the level of 70-80 VO₂max. Long-term effort at this level is mostly based on glycogen as a substrate for energy metabolism. Adequate carbohydrate intake before, during and after exercise helps maintain and restore glycogen stores, which can affect muscle fatigue and exercise performance (9). During a Soccer season, athletes tend to play intense and light competitions such as crucial and qualifying games. Muscle glycogen stores are a determinant of performance during exercise, and manipulating carbohydrates during the Soccer season to increase muscle glycogen stores can improve the performance of top Soccer players (26). Consumption of carbohydrate courses, depending on the intensity of training and competitions, should include more carbohydrates when competitions or workouts need more intensity and less carbohydrates when they need less intensity. The day before the game (MD-1) is one of the most important times to load up on carbs. Assuming that players have properly loaded muscle glycogen on the day of the match, the role of the pre-game meal should primarily be to promote pre-game hepatic glycogen storage, a goal that is more important for late morning or lunch. In fact, hepatic glycogen may be reduced by up to 50% after one night of fasting and may not fully recover by early evening depending on the frequency and dose of CHO (41). It is wise to allow players to consume the carbohydrate sources they enjoy during MD-1, as long as there are sufficient amounts to reach 6 g/kg (44). From a practical point of view, it is recommended to consume water during and after food before the game until reaching the competition site. Consumption of carbohydrate drinks should be prohibited after meals and re-consumed only after reheating and 5 to 10 minutes before the start of the race. This strategy is to reduce the likelihood of recurrent hypoglycemia in the first 10-15 minutes of the race (44). Carbohydrate nutrition during exercise is likely to improve the performance elements of the race day if fed at 30 to 60 grams per hour (45). Such feeding rates improve the physical aspects of performance such as total running distance, sprinting distance as well as technical performance such as passing, dribbling and shooting (46-49). Taking into account the warm-up time (for example, 20 to 30 minutes) and the game itself (for example, 90 to 95 minutes), this amount corresponds to the absolute dose of CHO equal to 60 to 120 grams per game. Due to the practical problems of refueling during the game and the extent of CHO exogenous oxidation depends on the CHO feeding pattern (50). In this regard, Anderson et al. Suggested that players may consume CHO at the beginning (20-30 g) and end of the warm-up period (20-30 g), between breaks in two halves (20-40 g) as an opportunity to consume. Higher doses of CHO will benefit due to the increase in steady-state consumption time and, if possible, the second half (20-30 g) (39). However, such a diet (and indeed the CHO strategy of the optimal race day) has not been experimentally tested. Regarding muscle glycogen re-synthesis, the general consensus is that consumption of 1.2 g / kg / h CHO with a high glycemic index for 3 to 4 hours is optimal to facilitate short-term glycogen re-synthesis (64). The important point is that post-match feeding should start immediately after the game (ie in the locker room) because this is when muscle is most receptive to glucose uptake and glycogen synthesis (39). Due to the time required to complete muscle glycogen (24 to 72 hours), there is also a need to consume enough CHO in the day (s) after the race, often referred to MD + 1.

Conclusion: Given the role of CHO as an important substrate for glycolytic and aerobic systems in Soccer, the aim of this study was to provide an overview and theoretical framework of CHO consumption strategies in Soccer. According to research, CHO consumption plays an important role in the quality of training and also the performance of soccer players on the day of the match, which varies according to the physical condition of the athlete, the athlete's position and also the level of competition. CHO intake should be adjusted according to the athlete's training schedule and season. Also, for optimal muscle and liver glycogen stores for athletes' performance, it is necessary to observe nutrition before, during and after competitions and training according to the intervals between competitions and training of athletes. However, nutritional recommendations for athletes of the opposite gender and lower age groups, such as adolescents with developmental needs, may require nutritional revisions, which require further research due to limited information. . Given that Soccer competitions are different according to the level of competition and also the metabolic needs of Soccer according to the conditions of Soccer players (gender, age and position of the player), it shows different physiological needs of these athletes; which indicates the need for further research in this regard.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Cite this article as:

Boyerahmadi A, Ghalavand A, Rhmani Ghobadi M, Ayashizadeh K, Sefidari AS. A Review of the Role of Carbohydrates in the Sports Nutrition of Soccer Players. *Razi J Med Sci.* 2022;29(8):46-60.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

مقدمه

کنند و در عین حال ریکاوری سریع‌تر از مسابقات و تمرینات را تضمین کنند. علاوه بر تغذیه معمول بر پایه توصیه‌های تغذیه‌ای، استفاده معقول از مکمل‌های غذایی نیز ممکن است در بهینه‌سازی عملکرد فوتبال نقش داشته باشد (۹).

تغذیه بازیکنان فوتبال یک موضوع مهم است و دانش آن می‌تواند به افزایش کیفیت این بازی محبوب کمک کند و از مشکلات و آسیب‌های احتمالی سلامتی در بازیکنان جلوگیری کند (۱۰)؛ که نشان دهنده اهمیت تحقیقات کاربردی در خصوص اثر تغذیه بر سطح سلامت و عملکرد ورزشی فوتبالیست‌ها می‌باشد. با توجه به مطالب گفته شده هدف تحقیق حاضر مروری بر نقش تغذیه ورزشی در عملکرد ورزشی فوتبالیست‌ها با تاکید بر نقش کربوهیدرات (CHO) به عنوان یکی از درشت‌مغذی‌های کاربردی بر عملکرد ورزشی فوتبالیست‌ها بود.

روش کار

در مطالعه مروری سیستماتیک حاضر با جستجوی اطلاعات به دست آمده از پایگاه‌های اطلاعات گوگل اسکولار، پابمد و ... از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ میلادی، مطالعاتی که به بررسی اثر CHO بر عملکرد جسمانی و آمادگی جسمانی فوتبالیست‌ها انجام شده بودند، کلیدواژه‌های فوتبال، تغذیه ورزشی، درشت‌مغذی، CHO و عملکرد ورزشی جستجو شدند. مطالعات انتخاب شده توسط ۳ نفر از نویسندگان بررسی شدند و از ۱۲۴ مقاله انتخاب شده تعداد ۳۵ مقاله که شرایط ورود را داشتند، انتخاب شدند و مورد استفاده قرار گرفتند.

فیزیولوژی فوتبال

از نظر فیزیولوژیکی می‌توان گفت که ورزش فوتبال یک فعالیت تناوبی همراه با ترکیبی از دو سیستم بیوانرژی هوازی و بی‌هوازی می‌باشد. بازیکنان در طول مسابقات مسافت ۱۰ تا ۱۳ کیلومتر را طی می‌کنند و تقریباً ۱۳۵۰ فعالیت (هر ۴ تا ۶ ثانیه)، مانند افزایش و کاهش شتاب، تغییر جهت و پرش، که همه با دوره‌های ریکاوری کوتاه تلاقی انجام می‌دهند (۳، ۱۱). در طول ۹۰ دقیقه مسابقه، حدود ۹۰٪ فعالیت با شدت

بازی فوتبال یکی از مهم‌ترین رویدادهای ورزشی در جهان است که توده‌های عظیمی از مردم را در استادیوم‌ها و مقابل تلویزیون جمع می‌کند (۱). فوتبال یک بازی تیمی بسیار پویا و سریع با غنای حرکتی می‌باشد که در گروه بازی‌های ورزشی چندساختاری (Polystructural sports games) قرار می‌گیرد؛ فوتبال ورزشی است که با فعالیت‌های متعدد و پیچیده و پویای حرکت‌شناسی با حرکات چرخشی یا غیرچرخشی (Cyclical or acyclical movement) مشخص می‌شود (۱). در این رشته ورزشی، تنها در شرایط تمرینی برنامه‌ریزی شده، می‌توان به سطح بالای امتیاز رسید (۲). مدیریت کیفیت بالای روند تمرینی در ارتباط با ویژگی‌های آمادگی جسمانی و مهارتی بازیکن و همچنین روند برنامه تمرینی و عوامل موثر بر کیفیت تمرین می‌باشد (۱، ۳). دانشمندان حیطه ورزش به دنبال توضیحات تقریبی برای عملکرد عالی ورزشی تمرکز کرده‌اند؛ یا اینکه به دنبال یافتن عوامل موثر بر تعامل ورزشکار با محیط خود می‌باشند (به عنوان مثال رژیم غذایی، تمرین و ...). با درک این عوامل می‌توان شرایط محیطی را دستکاری کرد، تا عملکرد ورزشی را بهینه ساخت (۴). یکی از عوامل محیطی که می‌تواند بر عملکرد ورزشکاران موثر باشد، عوامل تغذیه‌ای می‌باشند (۴-۶). استراتژی‌های تغذیه‌ای از محبوب‌ترین و در دسترس‌ترین روش‌های بهبود عملکرد، ریکاوری و بهبود تغییرات فیزیولوژیکی در ورزش‌های خاص مانند فوتبال هستند (۵، ۷). علی‌رغم درک صحیح از خواسته‌های فیزیولوژیکی فوتبال، و ارتباط بین آماده‌سازی و عملکرد تغذیه‌ای، عادات غذایی بازیکنان فوتبال اغلب با کمبود آموزش و سوء‌آگاهی از روش‌های علمی تغذیه ورزشی همراه است (۸).

ویژگی‌های فوتبال حرفه‌ای معاصر باعث افزایش خواسته‌های جسمانی در طول بازی و همچنین تعداد بیشتری از مسابقات در هر فصل می‌شود. اکنون بیش از هر زمان دیگر، جنبه‌های مربوط به بهینه‌سازی عملکرد ورزشی توسط بازیکنان و مربیان فوتبال مورد توجه قرار گرفته است. در این بین، تغذیه نقش ویژه‌ای ایفا می‌کند؛ زیرا اکثر تیم‌های نخبه سعی می‌کنند رژیم غذایی کافی را ارائه دهند تا حداکثر عملکرد را تضمین

دقیقه پس از تمرین انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین فوتبال در هر ۳ مرحله از فاز تمرینی موجب افزایش LDH و CK می‌شود ولی تنها در مرحله پیش از فصل و میان فصل تغییرات CK نسبت به قبل از تمرین معنی‌دار بود (۱۵). این تحقیقات نشان‌دهنده آسیب‌های عضلانی ناشی از رویدادهای فوتبال در طول فصل مسابقات بر ورزشکاران در هر سطحی می‌باشد.

نیازهای انرژی در فوتبال

برای یک بازیکن فوتبال نخبه، تأمین انرژی کافی برای پاسخ‌گویی به چالش‌های تمرینات شدید و متناوب بسیار مهم است. میانگین مصرف انرژی برای یک مسابقه تقریباً ۱۱۰۷ کیلوکالری برآورد شده است (۱۶)، اخیراً اندرسون و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که میانگین مصرف انرژی بازیکنان برتر فوتبال تقریباً ۳۵۶۶ کیلوکالری در یک دوره هفت روزه شامل پنج روز تمرین و دو مسابقه بود (۱۷). با این حال، علاوه بر تأثیر عوامل فردی (یعنی اندازه و ترکیب بدن)، تفاوت‌های زیادی در مصرف انرژی با توجه به بار تمرین، موقعیت بازیکن، شرایط محیطی و تاکتیک‌ها وجود دارد (۹). مصرف مناسب درشت مغذی‌ها امکان دستیابی به ارزش انرژی مناسب رژیم غذایی را فراهم می‌آورد. ریزمغذی‌ها باید در مقادیری مطابق با مقادیر فردی توصیه شده در استانداردها مصرف شوند. بازیکنان فوتبال باید به مصرف صحیح چنین ریزمغذی‌ها مانند ویتامین‌ها و مواد معدنی توجه ویژه‌ای داشته باشند. مقدار مناسب مایعات دریافتی، مطابق با نیازهای بازیکن، در به حداکثر رساندن عملکرد ورزشی بسیار مهم است (۹، ۱۸). مصرف مناسب پروتئین، CHO و چربی منجر به ارزش انرژی مناسب جیره غذایی می‌شود. علاوه بر این، درشت مغذی‌ها نقش خاصی در بدن یک ورزشکار ایفا می‌کنند؛ بنابراین، مصرف کافی آنها با ارتقای آمادگی جسمانی و شانس موفقیت در مسابقات ورزشی ارتباط تنگاتنگی دارد (۹).

فراتر از نیازهای تغذیه‌ای برای حفظ سلامتی، نیازهای تغذیه‌ای اضافی بازیکنان با توجه به نیازهای ورزش و موقعیت‌های بازی آنها در ورزش متفاوت است. علاوه بر

کم تا متوسط انجام می‌شود که انرژی موردنیاز آن اساساً از طریق متابولیسم هوازی تأمین می‌شود (۸)؛ اما مسیر بی‌هوازی در طی حرکات با شدت بالا مانند پرش، شوت زدن و حتی حرکات برای مشخص کردن حریف فراخوانی می‌شود (۱۲). سهم مسیرهای متابولیکی بی‌هوازی (مسیرهای انرژی فسفاژن و گلیکولیتیک بی‌هوازی) در طول یک مسابقه با سطح بالای اوج لاکتات خون (حدود ۱۰ میلی‌مول بر لیتر) و به دنبال آن کاهش PH عضله ثابت شده است (۱۳). فشار تمرین در جلسات تمرین یا مسابقات ورزشی موجب استرس متابولیکی و اکسایشی بر فوتبالیست‌ها می‌شود. رادزیمینسکی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی با هدف ارزیابی روابط بین بار تمرین و پارامترهای خونی انتخاب شده در بازیکنان فوتبال حرفه‌ای در یک اردوی ورزشی پیش فصل، تعداد ۱۵ بازیکن فوتبال حرفه‌ای (میانگین سن: $25/5 \pm 23/3$ سال) را در یک اردوی آماده‌سازی ۱۲ روزه بررسی کردند؛ تمام جلسات تمرینی و بازی‌های دو ستانه با استفاده از GPS به طور دقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمونه خون بازیکنان قبل از اردو، در وسط اردو و یک روز بعد از اردو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین کل مسافت طی شده توسط بازیکنان در طول اردو 2685 ± 85205 متر بود که 1873 ± 45454 متر از مسافت با شدت بالا دویده شد و 219 ± 639 متر از مسافت طی شده دویدن سرعت بود. بیشترین سطح اسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST)، لاکتات ده‌یدروژناز (LDH)، کراتین کیناز (CK) و پروتئین واکنش‌پذیر C (CRP)، شش روز پس از شروع اردو مشاهده شد. استفاده از تمرینات فشرده در طی یک اردوی ورزشی ۱۲ روزه می‌تواند همراه با درد مزمن عضلانی و فعالیت زیاد برخی از آنزیم‌های خونی (CK، AST) و غلظت بالای میوگلوبین باشد (۱۴). فارنل و همکاران (۲۰۲۰) نیز در تحقیقی ۲۱ فوتبالیست نوجوان با میانگین سنی $12/0 \pm 14/93$ سال را در یک دوره مسابقه ۱۱/۷ ماه بررسی کردند؛ در قسمت فاز تمرینی ۱- در شروع فاز، ۲- در میانه فاز و ۳- انتهای فاز تمرینی در جلسه ای تمرین استاندارد انجام شد و خون‌گیری در قبل از تمرین و ۳۰ و ۶۰

احتمالی سلامتی کمک کند (۲۲). محدودیت غذایی جدای از کاهش عملکرد، می‌تواند پیامدهای زیانبار قابل توجهی برای عملکرد بدن ایجاد کند (۲۳). موضوع درشت‌مغذی‌ها در فوتبال سال‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است و اکثر تحقیقات انجام شده عمدتاً بر روی مصرف روزانه CHO متمرکز شده است (۱۰).

اهمیت کربوهیدرات‌ها در فوتبال

اهمیت CHO با افزایش شدت ورزش افزایش می‌یابد، اما به دلیل محدودیت ذخایر CHO در بدن، کاهش گلیکوژن کبدی و عضلانی با ورزش شدید برای مدت طولانی یک عامل تعیین‌کننده (۲۴) در عملکرد ورزش‌های تیمی از جمله فوتبال است. محتوای مناسب گلیکوژن نقش اصلی را در عملکرد ورزشی ایفا می‌کند. همانطور که از طریق اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی انجام شده در یک مسابقه فوتبال نشان داده شده است، انرژی زیستی این ورزش خاص کاملاً جامع است و شامل ظرفیت اکسیداتیو بالا، ظرفیت بالای گلیکولیتیک و همچنین وابستگی زیاد به مسیر تجزیه و سنتز مجدد ATP و فسفوکراتین می‌باشد (۲۵). به دلیل وجود جزء گلیکولیتیک بالا، محتوای گلیکوژن عضلانی در فوتبال اهمیت دارد. مصرف مناسب CHO یک عنصر کلیدی در برخورد با تعداد زیاد جلسات تمرینی در بین ورزشکاران حرفه‌ای است. CHO مصرفی که به عنوان گلیکوژن ذخیره می‌شوند، منبع انرژی عضلات در طول تمرین هستند. CHO ذخیره شده به عنوان گلیکوژن در کبد و عضلات اسکلتی منبع مهمی از انرژی برای سیستم‌های بیوانرژی هستند، که هم در مسابقه و هم در تمرین، در دسترس بودن CHO یک عامل تعیین‌کننده در طول فعالیت جسمانی طولانی مدت است، که می‌تواند بر عملکرد ورزشی موثر باشد. بر اساس تجزیه و تحلیل مسابقات فوتبال، شدت فعالیت بازیکنان در سطح ۷۰-۸۰٪ $\text{VO}_2 \text{ max}$ است. تلاش طولانی مدت در این سطح بیشتر بر اساس گلیکوژن به عنوان سوپسترای متابولیسم انرژی است. مصرف CHO کافی قبل، حین و بعد از تمرین به حفظ و بازیابی عضلانی گلیکوژن کمک می‌کند، که می‌تواند بر خستگی عضلانی

این، بازیکنان ورزش‌های تیمی مانند فوتبال طیف کاملی از شکل‌ها و اندازه‌های بدن را نشان می‌دهند. در حالت ایده‌آل، حمایت تغذیه‌ای باید به گونه‌ای تنظیم شود که نیازهای هر بازیکن را برآورده کند، تا اطمینان حاصل شود که با تمرین و رقابت کنار می‌آیند (۱۹). پس از آن، عملکرد آنها در رقابت به طیفی از ویژگی‌های درونی مانند سطح مهارتی، وضعیت روانی و تأثیرات بیرونی مانند شرایط محیطی و شرایط بازی بستگی دارد (۲۰).

نقش درشت‌مغذی‌ها در فوتبال

به خوبی مشخص شده است که تغذیه نقش مهمی در روند تمرین دارد. آموزش با هدایت صحیح باید شامل توصیه‌هایی در مورد دریافت درشت‌مغذی‌ها بر اساس دانش تایید شده توسط تحقیقات باشد. ورزشکاران اغلب در تلاش برای بهبود عملکرد، از انواع کمک‌های ارگوژنیک تغذیه‌ای استفاده می‌کنند. با این حال، اغلب فقط تنظیم رژیم غذایی استاندارد برای فراهم‌سازی نیازهای آنها کافی است (۱۰). اگرچه درشت‌مغذی‌ها را نمی‌توان مستقیماً در میان کمک‌های ارگوژنیک، که به عنوان روش‌های تغذیه‌ای، دارویی، فیزیولوژیکی یا روان‌شناختی طبقه‌بندی می‌شوند و از استفاده از تکنیک‌های پذیرفته‌شده مانند بارگیری CHO تا رویکردهای غیرقانونی و نایمن مانند استفاده از استروئیدهای آنابولیک-آندروژنیک طبقه‌بندی می‌شوند، حساب کرد؛ با این وجود درشت‌مغذی‌ها می‌توانند اثرات ارگوژنیک داشته باشند. بیشتر کمک‌های تغذیه‌ای را می‌توان به عنوان منبع انرژی بالقوه، تقویت‌کننده آنابولیک یک جزء سلولی یا یک کمک به ریکاوری طبقه‌بندی کرد. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف CHO قبل یا بعد از ورزش مصرف می‌شوند، عملکرد را با افزایش ذخایر گلیکوژن و به تاخیر انداختن خستگی افزایش می‌دهند. پروتئین‌ها ممکن است با بهینه سازی ترکیب بدن نقش آنابولیک را ایفا کنند (۲۱). علاوه بر این، تغذیه نقش مهمی در رشد و نمو طبیعی، حفظ سلامت و تندرستی، کاهش خطر بیماری و آسیب دارد. رژیم غذایی بهینه ممکن است به جلوگیری از عوارض

تفاوت در کاهش گلیکوژن درون عضلانی شود در همین خصوص سان میلان و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی که روی ۹ فوتبالیست حرفه ای انجام دادند، گزارش کردند که محتوای گلیکوژن عضلانی در همه فوتبالیست‌ها در پست‌های مختلف کاهش یافت و بیشترین کاهش در بازیکنان خط حمله و هافبک نسبت به خط دفاع بود؛ همچنین کمترین میزان کاهش در دروازه‌بان‌ها مشاهده شد (۳۲). اگرچه مکانیسم اصلی کاهش عملکرد ورزشی در پایان بازی‌های فوتبال هنوز نامشخص است (۳۱)، اما یک دلیل بالقوه می‌تواند کاهش ذخایر گلیکوژن زیر مقدار مورد نیاز (۲۰۰ میلی‌مول بر کیلوگرم وزن خشک) برای حفظ میزان فعالیت گلیکولیتیک باشد. با توجه به اینکه از نظر بیوانرژژیک، سهم گلیکولیتیک در فوتبال بسیار مهم است، کاهش ذخایر گلیکوژن عضلانی می‌تواند ظرفیت گلیکولیتیک و در نتیجه عملکرد را کاهش دهد، بنابراین باید برای حفظ ذخایر گلیکوژن در فوتبالیست‌ها مصرف CHO تحت کنترل باشد. مصرف مقادیر زیادی CHO (۱۰ گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز) ۳۶ ساعت قبل از بازی برای بازیکنان برتر فوتبال مهم است تا از جبران فوق‌العاده گلیکوژن عضلات اطمینان حاصل شود. علاوه بر این، بازیکنان حرفه ای فوتبال باید ۱ تا ۱/۵ گرم بر کیلوگرم وزن بدن را در ۴ ساعت اول پس از بازی فوتبال دریافت کنند تا بازسازی گلیکوژن به حداکثر برسد (۲۶). اندرسون و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی توزیع روزانه مصرف درشت‌مغذی‌ها با استفاده از یادآمد غذایی (۲۴ ساعته) را در ۶ نفر از بازیکنان حرفه ای فوتبال لیگ برتر انگلیس در یک دوره ۷ روزه متشکل از دو روز مسابقه و پنج روز تمرین، بررسی کردند؛ در روزهای مسابقه، محتوای میانگین CHO مصرفی پیش از مسابقه بیشتر از ۱/۵ گرم بر کیلوگرم وزن بدن بود؛ بعد از مسابقه مصرف CHO به ۱ گرم بر کیلوگرم وزن بدن بود در مرحله ریکاوری تا شروع شب این مقدار مصرف بین این افراد مشابه بود (۳۳). در حالی که برای بهبود عملکرد بیشتر روزانه و آماده سازی مسابقه (تمرینات سنگین یا دو جلسه تمرین در روز)، مصرف ۱۲-۷ گرم CHO به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز توصیه می‌شود. فدراسیون

و عملکرد ورزشی موثر باشد (۹). در طول یک فصل فوتبال، ورزشکاران تمایل به انجام مسابقات شدید و سبک مانند بازی های تعیین کننده و مقدماتی دارند. میزان ذخیره گلیکوژن عضلانی یک عامل تعیین کننده عملکرد در هنگام ورزش است و دست‌کاری CHO در طول فصل فوتبال برای افزایش ذخیره گلیکوژن عضلانی می‌تواند عملکرد بازیکنان برتر فوتبال را بهبود بخشد (۲۶).

نقش ذخایر گلیکوژن عضلانی در فوتبال

بالاترین میزان سنتز گلیکوژن عضلانی هنگامی گزارش شده است که مقادیر زیادی CHO (۱ تا ۱/۸۵ گرم بر کیلوگرم در ساعت) بلافاصله پس از بازی و در فواصل ۱۵ تا ۶۰ دقیقه و پس از آن، تا ۵ ساعت بعد از ورزش، مصرف شود (۲۷). یک مطالعه جدید در ارتباط با گلیکوژن عضلانی، درهای جدیدی را در درک نقش کلیدی بالقوه گلیکوژن در انقباض عضلات اسکلتی از طریق تنظیم انتشار و جذب کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی باز کرده است (۲۸)؛ در این مطالعه، نویسندگان مشاهده کردند که کاهش حدود ۲۵ درصد از گلیکوژن از عضله بازوی جانبی مربوط به حدود ۱۰ درصد کاهش انتشار کلسیم و جذب از شبکه سارکوپلاسمی است. علاوه بر این، محققان توضیح دادند که کاهش کلسیم آزاد سیتوپلاسمی در طی انقباضات تئانی مکرر با غلظت گلیکوژن سلولی مرتبط است (۲۹). از آنجا که کلسیم درون سلولی در نیروی انقباضی عضلات و حسنگی نقش دارد (۳۰)، کاهش محتوای گلیکوژن عضلات می‌تواند پیامدهای مهمی برای عملکرد ورزشی داشته باشد. علاوه بر این، بلاومسترن و سالتین در سال ۱۹۹۹ به این نتیجه رسیدند که کاهش ذخیره گلیکوژن عضلانی باعث ظرفیت گلیکولیتیک می‌شود (۳۱). به طور خاص، در فوتبال، کراستروپ و همکاران (۲۰۰۶) از طریق بیوپسی عضلانی مشاهده کردند که غلظت گلیکوژن عضله در پایان مسابقه از ۳۵۰ به ۱۵۰ میلی‌مول بر کیلوگرم از وزن بدن خشک کاهش یافت (۳۱). البته باید در نظر داشت که نوع پست فوتبالیست‌ها و میزان تلاش این ورزشکاران در روند یک مسابقه فوتبال متفاوت است و می‌تواند موجب

را نیز انجام می‌دهند که حجم و شدت چنین جلساتی به نزدیکی به زمان بازی بعدی بستگی دارد (۳۹). به عنوان مثال، در طول دو یا سه بازی در هفته، بازیکنان در معرض بار تجمعی هفتگی بالاتری قرار می‌گیرند (مثلاً مجموع مسافت طی شده و مسافت طی شده در مناطق با شدت بالا) که تا حد زیادی منعکس کننده افزایش بارگذاری مرتبط با بازی است. چنین شرایط تمرینی چالشی برای اطمینان از عملکرد و بازیابی بهینه در روز مسابقه و همچنین پی‌شگیری از آسیب و علائم بیش‌تر تمرینی ایجاد می‌کند (۳۹، ۴۰). با این حال، در میکروسیکل یک بازی سنتی در هفته، بازیکنان معمولاً با توجه به زمان ریکاوری طولانی‌تر بین بازی‌های متوالی، در معرض بار فیزیکی بالاتری از تمرین قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی، بار تمرینی روزانه ممکن است بر اساس فلسفه مربی‌گری باشگاه تنظیم شود (۳۹)، اگرچه روزهایی که بیشترین بار تمرینی را دارند سه یا چهار روز قبل از بازی بعدی است (۳۹).

بارهای تمرینی که بازیکنان در طول میکروسیکل‌های هفتگی تجربه می‌کنند تحت تأثیر فاز فصل، موقعیت بازیکن، دفعات بازی‌ها، وضعیت شروع بازیکن، اهداف تمرینی خاص بازیکن و فلسفه مربی‌گری باشگاه است. از منظر درشت‌مغذی‌ها، دوره‌بندی بار فیزیکی (یعنی مسابقه در مقابل روزهای تمرین) و بین‌چرخه‌های متضاد میکروسیکل (مانند برنامه‌های ۱، ۲ یا ۳ بازی در هفته) پیامدهایی برای نیازهای روزانه CHO دارد. در واقع، جدا از نقش شناخته شده گلیکوژن عضلانی به عنوان منبع انرژی غالب در طول بازی، اکنون مشخص شده است که گرانول گلیکوژن ممکن است نقش تنظیمی در فعال کردن یا تضعیف ماشین آلات مولکولی ایفا کند که سازگاری عضلات اسکلتی را برای تمرین تعدیل می‌کند. با در نظر گرفتن این موضوع، مفهوم دوره‌بندی CHO محبوبیت بیشتری پیدا می‌کند، به این ترتیب مصرف CHO به صورت روز به روز و وعده‌های غذایی با توجه به نیازهای سوخت‌رسانی و اهداف خاص جلسه آینده تنظیم می‌شود (۳۳، ۳۹). مصرف دوره‌ای CHO، بر اساس شدت تمرین و مسابقات، باید شامل CHO بیشتری در زمانی که

فوتبال برای زنان فوتبالیست، ۷-۵ گرم CHO به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز را برای یک برنامه تمرینی با مدت متوسط و کم شدت و ۱۲-۷ گرم CHO به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز را برای تمرینات متوسط تا سنگین مشابه توصیه‌های مردان فوتبالیست توصیه کرده است (۱۸). شایان ذکر است که شواهد کافی برای تفاوت در استفاده و ذخیره گلیکوژن بین جنس‌ها وجود ندارد. تفاوت‌های مشاهده شده در سایر مطالعات ناشی از دریافت کمتر ارزش انرژی رژیم غذایی و در نتیجه مصرف CHO کمتر بود (۳۴). مولینیکس و همکارانش (۲۰۰۳)، در گروهی از بازیکنان زن زیر ۲۱ سال، مصرف CHO را $4/7$ گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز گزارش کردند (۳۵). کلارک و همکاران (۲۰۰۳) در گروهی از بازیکنان زن فوتبالیست، هنگامی که مطالعه پس از فصل فوتبال انجام شد مصرف کربوهیدرات را $1/2 \pm 4/3$ گرم بر کیلوگرم وزن بدن گزارش کردند. با این حال، هنگامی که مطالعه قبل از شروع فصل انجام شد، نتایج بدست آمده بیشتر بود ($1/1 \pm 5/5$ گرم بر کیلوگرم وزن بدن) (۳۶). گیسون و همکاران (۲۰۱۱) مصرف $1/6 \pm 5$ گرم در کیلوگرم وزن بدن در روز را مشاهده کردند (۳۷). مطالعه دوبروسکی و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که مصرف CHO زنان فوتبالیست $1/2 \pm 3/28$ گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد (۳۸). بر اساس تحقیقات پیشین، نارسایی یا مصرف کم حد پایین توصیه‌ها اغلب مشاهده شده است. مصرف کم CHO در فوتبالیست‌های زن ممکن است در نتیجه محتوای کم انرژی در رژیم غذایی آنها باشد.

مصرف دوره‌ای کربوهیدرات با توجه به زمان‌بندی و فصل تمرین

یک ماکروسیکل سالانه برای بازیکنان حرفه‌ای فوتبال معمولاً به سه مرحله متمایز پیش فصل (۶ هفته)، فصل مسابقات (۳۹ هفته) و خارج از فصل (۷ هفته) طبقه‌بندی می‌شود (۳۹). در طول دوره فصل مسابقات، بازیکنان ممکن است در ۴۰ تا ۶۰ مسابقه که می‌تواند شامل مسابقات داخلی، قاره‌ای و جهانی باشد، رقابت کنند. علاوه بر این، بازیکنان حدود ۱۸۰ جلسه تمرینی

آیا وعده‌های غذایی با GI بالا یا پایین برای بارگیری گلیکوژن در یک دوره ۲۴ ساعته مفید هستند، وجود ندارد. برک و همکاران (۱۹۹۳) به این نتیجه رسیدند که یک استراتژی تغذیه ای HGI باید به عنوان بخشی از یک استراتژی ریکاوری برای جبران گلیکوژن پس از تمرین، با اختلاف تقریبی ۵۰ درصد بین انواع GI دنبال شود (۴۳). در طول MD-1 که بار تمرینی معمولاً سبک است و بنابراین ممکن است قابل اعمال نباشد، دنبال شود. تحقیقات بیشتری در رابطه با مصرف شاخص گلیسمی CHO، در طول MD-1 مورد نیاز است. با این حال، عاقلانه است که به بازیکنان اجازه داده شود تا منابع CHO را که در طول MD-1 از آن لذت می‌برند، مصرف کنند، تا زمانی که مقادیر کافی برای رسیدن به ۶ گرم بر کیلوگرم وجود دارد (۴۴). از منظر عملی، مصرف آب در حین و بعد از غذای قبل از بازی تا رسیدن به محل مسابقه توصیه می‌شود. استفاده از نوشیدنی‌های حاوی CHO باید بعد از آخرین وعده غذایی ممنوع شود و فقط بعد از گرم کردن و در فاصله ۵ تا ۱۰ دقیقه قبل از شروع مسابقه دوباره مصرف شود. این استراتژی برای کاهش احتمال هیپوگلیسمی برگشتی در ۱۵-۱۰ دقیقه اول مسابقه است (۴۴).

مصرف کربوهیدرات‌ها حین بازی فوتبال

تغذیه CHO در طول ورزش احتمالاً باعث بهبود عناصر عملکرد روز مسابقه در صورت تغذیه با میزان ۳۰ تا ۶۰ گرم در ساعت به شکل محلول کربوهیدرات ۶ تا ۷ درصد متشکل از ساکارز، گلوکز و یا مالتودکسترین می‌شود (۴۵). چنین نرخ‌های تغذیه جنبه‌های فیزیکی عملکرد مانند کل مسافت دویدن، مسافت دوی سرعت و همچنین عملکرد فنی مانند پاس دادن، دریبل کردن و شوت کردن را بهبود می‌بخشد (۴۹-۴۶). با در نظر گرفتن مدت زمان گرم کردن (به عنوان مثال، ۲۰ تا ۳۰ دقیقه) و خود بازی (مثلاً ۹۰ تا ۹۵ دقیقه)، این میزان مصرف با دوز مطلق CHO برابر با ۶۰ تا ۱۲۰ گرم در هر بازی مطابقت دارد. با توجه به مشکلات عملی سوخت‌رسانی در طول بازی و اینکه میزان اکسیداسیون اگزوزن CHO به الگوی تغذیه CHO وابسته است (۵۰).

مسابقات یا تمرینات به شدت بیشتر نیاز دارند و CHO کمتری در زمانی که به شدت کمتری نیاز دارند، باشد. این یک استراتژی است که عملکرد ورزشکاران نخبه فوتبال را بهبود می‌بخشد (۲۶). از طرفی زمان‌بندی و میزان مصرف CHO با توجه به زمان اصلی تمرین یا مسابقه می‌تواند بر عملکرد فوتبالیست‌ها و همچنین نتیجه رقابت موثر باشد.

مصرف کربوهیدرات روز قبل از بازی فوتبال

روز قبل از بازی (MD-1) یکی از مهم‌ترین زمان‌های بارگیری CHO است. با فرض اینکه بازیکنان به درستی گلیکوژن عضلانی را روی روز مسابقه بارگذاری کرده باشند، نقش وعده غذایی قبل از بازی در درجه اول ارتقای ذخیره گلیکوژن کبدی قبل از بازی باشد، هدفی که برای اواخر صبح یا شروع ناهار اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در واقع، گلیکوژن کبدی ممکن است تا ۵۰٪ پس از یک شب ناشتایی کاهش یابد و ممکن است تا اوایل عصر بسته به دفعات و دوز مصرفی CHO به طور کامل بهبود نیابد (۴۱). تحقیقات اخیر از بازیکنان آکادمی فوتبال از EPL بهبود عملکرد دریبلینگ را در نیمه دوم شبیه سازی بازی فوتبال ۹۰ دقیقه ای نشان می‌دهد که صبحانه حاوی ۸۰ گرم در مقابل ۴۰ گرم CHO مصرف کرده بودند (۴۲). در حالی که زمان وعده غذایی MD-1 با توجه به زمان شروع بازی تغییر می‌کند، همچنان توصیه می‌شود که این وعده غذایی تقریباً ۳ ساعت قبل از شروع بازی مصرف شود و حاوی ۱ تا ۳ گرم در کیلوگرم CHO باشد. گزارش شده است که بازیکنان حرفه ای از EPL دریافتی CHO معادل ۱-۱/۵ گرم در کیلوگرم در وعده غذایی قبل از مسابقه را مصرف می‌کنند، مقادیری که ممکن است در صورت در نظر گرفتن دریافت ناکافی CHO در روز مسابقه، برای عملکرد کمتر از حد مطلوب باشد (۳۳، ۳۹). از آنجایی که غذاهای با شاخص گلیسمی بالا (HGI) سریع‌تر از جایگزین‌های با شاخص گلیسمی پایین (LGI) هضم و جذب می‌شوند، مصرف غذاهایی که GI بالایی دارند و ممکن است مصرف بیشتر را تشویق کنند، ضروری است. با این حال، شواهدی در مورد اینکه

استفاده از مصرف CHO به صورت دهانشویه است (۵۳). در یک مطالعه اولیه، دهانشویه با CHO (Carbohydrate Mouth Rinse: CMR) زمان دوچرخه سواری ۱ ساعته را در مقایسه با شستشو با دارونما افزایش داد، که نشان می‌دهد گیرنده‌های خوراکی ممکن است عملکرد را از طریق فعال‌سازی قشر مغز افزایش دهند (۵۴). مکانیسم مسئول این بهبود عملکرد به وجود گیرنده‌های CHO در حفره دهان نسبت داده شده است که کورتکس ایند سولار یا مرکز پاداش مغز را فعال می‌کنند (۵۷-۵۵). افزایش شواهد حاکی از مزایای عملکرد با استفاده از CMR (۵۴، ۵۵)، منجر به دستورالعمل‌های فعلی ACSM شده است که CMR را برای تمرینات با شدت بالا به مدت ۴۵ تا ۷۵ دقیقه توصیه می‌کند (۵۳)، که نزدیک به زمان بازی فوتبال است. بیون و همکاران (۲۰۱۳) یک CMR را در حداکثر سرعت دوچرخه سواری ۵×۶ ثانیه (۲۴ ثانیه استراحت) روی ۱۲ مرد ورزشکار تفریحی بررسی کردند و میانگین و اوج توان بالاتری را در طول اولین و دومین تلاش سرعت هنگام مصرف CMR مشاهده کردند، اما کاهش بیشتر در میانگین توان برای CMR در طول اسپرینت‌های بعدی مشاهده کردند (۵۸). با این حال، اثربخشی CMR برای بهبود عملکرد در طول پروتکل‌هایی که بیشتر شبیه فعالیت‌های ورزشی تیمی است، همراه با دوره‌های مکرر دوی سرعت و پرش مورد نیاز بین دوره‌های تلاش با شدت کمتر مانند فوتبال بسیار اندک است و شواهد کمی برای حمایت از مصرف CMR ارائه می‌کند (۵۹). پریبوسلاو و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی تأثیر CMR را بر عملکرد بی‌هواری ۱۱ بازیکن زن فوتبال پس از یک شب ناشتایی بررسی کردند. ورزشکاران دو جلسه آزمایشی را تکمیل کردند، که در طی آن محلول‌های CMR یا دارونما را در طرحی متعادل و دوسوکور مصرف کردند. سه راند یک رقابت ۵ دقیقه‌ای و آزمون‌های عملکردی شامل یک پرش عمودی، مجموعه‌ای از چهار پرش عمودی متوالی، یک شاتل‌ران ۷۲ متری و دویدن سرعت ۱۸ متری بودند. اگر چه شاتل‌ران ۷۲ متری نزدیک به معنی‌داری بود، اما هیچ تفاوت معنی‌داری بین کارآزمایی‌ها برای هیچ یک

در همین خصوص اندرسون و همکاران (۲۰۲۲) پیشنهاد کردند که بازیکنان ممکن است از مصرف CHO در شروع (۲۰-۳۰ گرم) و پایان دوره گرم کردن (۲۰-۳۰ گرم)، بین استراحت دو نیمه (۲۰-۴۰ گرم؛ به عنوان فرصتی برای مصرف دوز بالاتر CHO به دلیل افزایش زمان مصرف در حالت ثابت) و در صورت امکان، نیمه دوم (۲۰-۳۰ گرم) سود ببرند (۳۹). با این حال، چنین رژیم غذایی (و در واقع استراتژی CHO روز مسابقه بهینه) به طور تجربی آزمایش نشده است. همچنین باید در نظر داشت که این پیشنهادات می‌تواند با توجه به پست‌های بازیکنان، جنسیت، سن، سطح ورزشکار و رقابت و همچنین عوامل محیطی دیگر تحت تاثیر قرار گیرد. گزارش شده است که مصرف یک نوشیدنی با غلظت ۱۲ درصد CHO قبل از دو دوره فعالیت استاندارد راگبی یک استراتژی عملی و موثر برای حفظ تکنیک تکل، افزایش پاسخ‌های خارجی و کاهش RPE بدون به خطر انداختن عملکرد روده است (۵۱). در مطالعه ای دیگر نیز که توسط رودریگز و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد پس از مصرف محلول ۱۲ درصد CHO به اضافه الکترولیت (CHO-E) که ۶۰ گرم CHO را قبل از هر نیمه از پروتکل ۹۰ دقیقه‌ای شبیه‌سازی مسابقه فوتبال مصرف کرده بودند، گزارش کردند که مصرف محلول ۱۲ درصدی CHO-E قبل از هر نیمه مسابقه می‌تواند به حفظ عملکرد مهارت‌های خاص فوتبال، به‌ویژه روی پای غیر غالب، کمک کند و ظرفیت دویدن با شدت بالا را بهبود بخشد (۴۶). از منظر فرمت، ارائه ژل‌های CHO و نوشیدنی‌های ورزشی باید در دسترس بازیکنان باشد تا اولویت‌های فردی خود را در چنین مواقعی در نظر بگیرند، به‌ویژه زمانی که تفاوتی بین فرمت‌ها در رابطه با میزان اکسیداسیون آگروژن CHO، عملکرد روده و عملکرد ورزشی نباشد؛ البته زمانی که در شرایط تمرین مورد آزمایش قرار گیرد (۵۲).

نقش دهان‌شو به کربوهیدرات در عملکرد فوتبالیست‌ها

یکی از روش‌های مداخله حین تمرین یا رقابت فوتبال

کبد در طی یک دوره ۶ ساعته در بهبودی پس از تمرین استقامتی کاهش دهنده گلیکوژن، نسبت به دوزهای مشابه گلوکز برتر است (۶۵). اگرچه این برنامه غذایی مستقیماً برای بازیکن فوتبال قابل اجرا نیست، چنین داده‌هایی نشان می‌دهند که غذاها و نوشیدنی‌های حاوی فروکتوز در بهبودی حاد پس از بازی مفید هستند. علی‌رغم شواهد صریح که از برنامه غذایی "ساعتی" CHO حمایت می‌کند، مصرف CHO بعد از مسابقه نیز به عنوان منطقه‌ای شناخته شده است که بازیکنان ممکن است به دستورالعمل‌های بهترین تمرین، به ویژه در ریکاوری بعد از بازی‌های عصر، پایبند نباشند. به عنوان مثال، در ریکاوری پس از مسابقه‌ای که در ساعت ۸:۱۵ بعد از ظهر شروع شد، بازیکنان EPL گزارش کردند که کمتر از ۱ گرم بر کیلوگرم در ساعت در دوره ریکاوری اولیه ۲ ساعت مصرف کرده‌اند در حالی که مصرف CHO در بازه‌های زمانی مشابه در ریکاوری از ۴:۱۵ شروع بعد از ظهر به ۱-۱/۵ گرم بر کیلوگرم در ساعت افزایش یافت (۳۳). در حالی که هیچ دلیل قطعی گزارش نشده است، چنین تفاوت‌هایی بین زمان شروع ممکن است به این دلیل باشد که بازیکنان یا نوشیدن نداشته باشند و یا چالش‌های لجستیکی اطمینان از دسترس بودن غذا در این زمان‌ها، به ویژه در آن زمان‌ها و مواردی که ریکاوری با برنامه‌های سفر شدید مطابقت دارد، باشد (۳۹).

با توجه به دوره زمانی مورد نیاز برای تکمیل کامل گلیکوژن عضلانی (۲۴ تا ۷۲ ساعت)، همچنین نیاز به مصرف CHO کافی در روز(های) بعد از مسابقه وجود دارد که اغلب توسط پزشکان به عنوان MD+1 نامیده می‌شود. در مطالعه‌ای بازیکنان EPL ملزم به رقابت در یک بازی رقابتی دیگر ۷۲ ساعت بعد بودند و با این حال، مصرف روزانه CHO در دوره ۴۸ ساعته بین بازی‌ها تنها ۴ گرم در کیلوگرم کیلوگرم بود (۳۳). چنین داده‌هایی به طور قابل توجهی کمتر از محدوده ۶ تا ۹ گرم در کیلوگرم است که برای تسهیل سنتز مجدد گلیکوژن در گروهی از بازیکنان طی ۲ تا ۳ روز پس از بازی ثبت شده است (۶۶، ۶۷). با این وجود، باید توجه

از وظایف میانگین عملکردی مشاهده نشد (۵۹). در تحقیق دیگری که توسط نهمه و همکاران (۲۰۲۱) با هدف بررسی تأثیر CMR به صورت تک و متوالی بر عملکرد آزمون بازی یابی متناوب Yo-Yo IR1 روی ۱۲ فوتبالیست مرد (۵/۰ ± ۱۸/۹ سال) انجام شد؛ گزارش کردند که مصرف CMR اثر معنی‌داری بر عملکرد فوتبالیست‌ها نداشت (۶۰). رید و همکاران (۲۰۱۳) نیز هیچ برتری از CMR بر عملکرد سرعتی، ضربان قلب و متابولیت‌های خونی فوتبالیست‌ها گزارش نکردند (۶۱). کارایی و همکاران (۲۰۱۷) نیز در تحقیقشان گزارش کردند که CMR اثر معنی‌داری بر میانگین و اوج توان نداشت (۶۲). همچنین کوگ و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که مصرف دهان‌شویه CHO و کافئین در طول تمرین فوتبال شبیه‌سازی شده پس از یک وعده غذایی پر CHO اثر ارگونومیک ندارند (۶۳). با توجه به تحقیقات محدود و همچنین تفاوت در شرایط بازی واقعی فوتبال نسبت به پروتکل‌های طراحی شده نیاز به تحقیقات علمی و دقیق در این زمینه می‌باشد؛ البته باید در نظر گرفت که شرایط بازی فوتبال نسبت به فعالیت‌های یکنواخت مانند دوچرخه سواری و دویدن متفاوت است که انجام تحقیقات را در این زمینه پیچیده‌تر می‌کند و حتی چالشی برای تحقیقات تخصصی در این زمینه است.

مصرف کربوهیدرات پس از بازی فوتبال

در رابطه با سنتز مجدد گلیکوژن عضلانی، توافق عمومی بر این است که مصرف ۱/۲ گرم بر کیلوگرم در ساعت CHO با شاخص گلیسمی بالا به مدت ۳ تا ۴ ساعت برای تسهیل سنتز مجدد گلیکوژن کوتاه‌مدت بهینه است (۶۴). نکته مهم این است که تغذیه بعد از مسابقه باید بلافاصله پس از بازی شروع شود (یعنی در اتاق رختکن) زیرا این زمانی است که عضله بیشترین پذیرش را برای جذب گلوکز و سنتز گلیکوژن دارد (۳۹). برخلاف عضله، برنامه غذایی بهینه CHO برای ترویج سنتز مجدد گلیکوژن کبد هنوز شناخته نشده است. مصرف ساکارز پس از ورزش (۵ ساعت ۱/۲ گرم بر کیلوگرم در ساعت) در تسهیل سنتز مجدد گلیکوژن

Anthropometric characteristics of elite soccer players from Bosnia and Herzegovina and Montenegro. *J Anthropol Sport Physic Educ.* 2019;3(3):11-5.

2. Gardasevic J, Bjelica D, Milasinovic R, Vasiljevic I. The effects of the training in the preparation period on the repetitive strength transformation with cadet level football players. *Sport Mont.* 2016;14(2):31-3.

3. Beato M, Bianchi M, Coratella G, Merlini M, Drust B. Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *J Strength Cond Res.* 2018;32(2):289-96.

4. Wilson RS, David GK, Murphy SC, Angilletta Jr MJ, Niehaus AC, Hunter AH, et al. Skill not athleticism predicts individual variation in match performance of soccer players. *Proceed Royal Soc B: Biol Sci.* 2017;284(1868):20170953.

5. Ranchordas MK, Dawson JT, Russell M. Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14(1):35.

6. Alikarami H, Nikbakht M, Ghalavand A. Effect of 8 Weeks of Continuous Moderate Intensity Aerobic Training on Iron Status in Club-Level Football Players. *Horiz Med Sci.* 2017;23(2):129-33.

7. Kaviani M, Chilibeck PD, Gall S, Jochim J, Zello GA. The effects of low-and high-glycemic index sport nutrition bars on metabolism and performance in recreational soccer players. *Nutrients.* 2020;12(4):982.

8. Bonnici DC, Greig M, Akubat I, Sparks S, Bentley D, Mc Naughton L. Nutrition in Soccer: A Brief Review of the Issues and Solutions. *J Sci Sport Exerc.* 2019:1-10.

9. Oliveira CC, Ferreira D, Caetano C, Granja D, Pinto R, Mendes B, et al. Nutrition and supplementation in soccer. *Sports.* 2017;5(2):28.

10. Steffl M, Kinkorova I, Kokstejn J, Petr M. Macronutrient Intake in Soccer Players—A Meta-Analysis. *Nutrients.* 2019;11(6):1305.

11. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci.* 2005;23(6):593-9.

12. Redkva PE, Paes MR, Fernandez R, da-Silva SG. Correlation between match performance and field tests in professional soccer players. *J Hum Kinet.* 2018;62(1):213-9.

13. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(2):111-27.

14. Radzimiński Ł, Jastrzębski Z, López-Sánchez GF, Szwarc A, Duda H, Stuła A, et al. Relationships between Training Loads and Selected Blood Parameters in Professional Soccer Players during a 12-Day Sports Camp. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(22):8580.

داشت که در حالی که بازیابی گلیکوژن زمانی که در فیبرهای همگن عضله کامل و فیبرهای عضلانی نوع I در ۴۸ ساعت پس از بازی ارزیابی شد، کامل به نظر می‌رسید، بازیابی کامل فیبرهای عضلانی نوع II هنوز آشکار نبود (۶۶). این اطلاعات به وضوح نیاز به مصرف بالای CHO را در بازیابی پس از بازی، به‌ویژه در موقعیت‌های دو یا سه بازی در هفته، نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نقش CHO به عنوان یکی سوبسترای مهم برای سیستم‌های گلیکولیتیک و هوازی در فوتبال، هدف مطالعه حاضر ارائه یک نمای کلی و چارچوب نظری از استراتژی‌های مصرف CHO در فوتبال بود. تحقیقات انجام شده نشان داد که مصرف CHO نقش مهمی در کیفیت تمرین و همچنین عملکرد فوتبالیست‌ها در روز مسابقه دارد؛ که با توجه به شرایط جسمانی ورزشکار، پست ورزشکار و همچنین سطح رقابت متغیر است. مصرف CHO باید بر اساس زمان بندی و فصل تمرینات ورزشکاران تنظیم شود. همچنین برای بهینه بودن ذخایر گلیکوژن عضلانی و کبدی برای عملکرد ورزشکاران نیاز به رعایت تغذیه قبل، حین و پس از مسابقات و تمرینات با توجه به فواصل مسابقات و تمرینات ورزشکاران می‌باشد. با این وجود برای توصیه‌های تغذیه‌ای به ورزشکاران با جنسیت متفاوت و رده‌های سنی پایینتر مانند نوجوانان که نیازهای رشدی دارند ممکن است نیاز به بازنگری‌های تغذیه‌ای باشد که به دلیل اطلاعات محدودتر نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد. با توجه به اینکه رقابت‌های فوتبال با توجه به سطح رقابت و همچنین نیازهای متابولیکی فوتبال با توجه به شرایط فوتبالیست‌ها (جنسیت و سن و پست بازیکن) متفاوت می‌باشد، نشان دهنده نیازهای فیزیولوژیکی متفاوت در این ورزشکاران می‌باشد؛ که نشان دهنده نیاز به تحقیقات بیشتر در این خصوص می‌باشد.

References

1. Corluca M, Bjelica D, Gardasevic J, Vasiljevic I.

15. Fornel R, Kohama E, Junior C. Metabolic Biomarkers in Young Soccer Players during a Competitive Season. *Arch Sports Med.* 2020;4(2):209-14.
16. Osgnach C, Poser S, Bernardini R, Rinaldo R, Di Prampero PE. Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(1):170-8.
17. Anderson L, Orme P, Naughton RJ, Close GL, Milsom J, Rydings D, et al. Energy intake and expenditure of professional soccer players of the English premier league: evidence of carbohydrate periodization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017;27(3):228-38.
18. Dobrowolski H, Karczemna A, Włodarek D. Nutrition for female soccer players—recommendations. *Medicina.* 2020;56(1):28.
19. Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Med.* 2014;44(1):25-33.
20. Williams C, Rollo I. Carbohydrate nutrition and team sport performance. *Sports Med.* 2015;45(1):13-22.
21. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):1-57.
22. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Dietetics.* 2016;116(3):501-28.
23. Burke LM. Energy needs of athletes. *Canadian J Appl Physiol.* 2001;26(S1):S202-S19.
24. Park HY, Kim J, Park M, Chung N, Lim K. The effect of additional carbohydrate supplements for 7 days after prolonged interval exercise on exercise performance and energy metabolism during submaximal exercise in team-sports athletes. *J Exerc Nutr Biochem.* 2018;22(1):29.
25. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjær M, Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(6):1165-74.
26. Fernandes HS. Carbohydrate Consumption And Periodization Strategies Applied To Elite Soccer Players. *Curr Nutr Rep.* 2020:1-6.
27. Jentjens R, Jeukendrup AE. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Med.* 2003;33(2):117-44.
28. Ørtenblad N, Nielsen J, Saltin B, Holmberg HC. Role of glycogen availability in sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ kinetics in human skeletal muscle. *J Physiol.* 2011;589(3):711-25.
29. Nielsen J, Cheng AJ, Ørtenblad N, Westerblad H. Subcellular distribution of glycogen and decreased tetanic Ca²⁺ in fatigued single intact mouse muscle fibres. *J Physiol.* 2014;592(9):2003-12.
30. Westerblad H, Bruton JD, Allen DG, Lännergren J. Functional significance of Ca²⁺ in long-lasting fatigue of skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol.* 2000;83(2):166-74.
31. Blomstrand E, Saltin B. Effect of muscle glycogen on glucose, lactate and amino acid metabolism during exercise and recovery in human subjects. *J Physiol.* 1999;514(1):293-302.
32. San-Millán I, Hill JC, Calleja-González J. Indirect assessment of skeletal muscle glycogen content in professional soccer players before and after a match through a non-invasive ultrasound technology. *Nutrients.* 2020;12(4):971.
33. Anderson L, Naughton RJ, Close GL, Di Michele R, Morgans R, Drust B, et al. Daily distribution of macronutrient intakes of professional soccer players from the English Premier League. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017;27(6):491-8.
34. Rosenbloom CA, Loucks AB, Ekblom B. Special populations: The female player and the youth player. *J Sports Sci.* 2006;24(07):783-93.
35. Mullinix MC, Jonnalagadda SS, Rosenbloom CA, Thompson WR, Kicklighter JR. Dietary intake of female US soccer players. *Nutr Res.* 2003;23(5):585-93.
36. Clark M, Reed DB, Crouse SF, Armstrong RB. Pre-and post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division I female soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13(3):303-19.
37. Gibson JC, Stuart-Hill L, Martin S, Gaul C. Nutrition status of junior elite Canadian female soccer athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011;21(6):507-14.
38. Dobrowolski H, Włodarek D. Dietary intake of polish female soccer players. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(7):1134.
39. Anderson L, Drust B, Close GL, Morton JP. Physical loading in professional soccer players: Implications for contemporary guidelines to encompass carbohydrate periodization. *J Sports Sci.* 2022:1-20.
40. Morgans R, Orme P, Anderson L, Drust B, Morton JP. An intensive Winter fixture schedule induces a transient fall in salivary IgA in English premier league soccer players. *Res Sports Med.* 2014;22(4):346-54.
41. Iwayama K, Onishi T, Maruyama K, Takahashi H. Diurnal variation in the glycogen content of the human liver using ¹³C MRS. *NMR Biomed.* 2020;33(6):e4289.
42. Briggs MA, Harper LD, McNamee G, Cockburn E, Rumbold PL, Stevenson EJ, et al. The effects of an increased calorie breakfast consumed prior to simulated match-play in Academy soccer players. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(7):858-66.

43. Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. *J Appl Physiol.* 1993;75(2):1019-23.
44. Hulton AT, Malone JJ, Clarke ND, MacLaren DP. Energy Requirements and Nutritional Strategies for Male Soccer Players: A Review and Suggestions for Practice. *Nutrients.* 2022;14(3):657.
45. Baker LB, Rollo I, Stein KW, Jeukendrup AE. Acute effects of carbohydrate supplementation on intermittent sports performance. *Nutrients.* 2015;7(7):5733-63.
46. Rodriguez-Giustiniani P, Rollo I, Witard OC, Galloway SD. Ingesting a 12% carbohydrate-electrolyte beverage before each half of a soccer match simulation facilitates retention of passing performance and improves high-intensity running capacity in academy players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019;29(4):397-405.
47. Harper LD, Stevenson EJ, Rollo I, Russell M. The influence of a 12% carbohydrate-electrolyte beverage on self-paced soccer-specific exercise performance. *J Sci Med Sport.* 2017;20(12):1123-9.
48. Currell K, Conway S, Jeukendrup AE. Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(1):34-46.
49. Russell M, Benton D, Kingsley M. Influence of carbohydrate supplementation on skill performance during a soccer match simulation. *J Sci Med Sport.* 2012;15(4):348-54.
50. Mears S, Boxer B, Sheldon D, Wardley H, Tarnowski CA, James L, et al. Sports drink intake pattern affects exogenous carbohydrate oxidation during running. *Med Sci Sports Exerc.* 2020 Sep;52(9):1976-1982.
51. Dobbin N, Richardson D, Myler L, Esen O. Effects of a 12% carbohydrate beverage on tackling technique and running performance during rugby league activity: A randomised, placebo-controlled trial. *Plos One.* 2022;17(1):e0262443.
52. Guillochon M, Rowlands DS. Solid, gel, and liquid carbohydrate format effects on gut comfort and performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017;27(3):247-54.
53. Simpson GW, Pritchett R, O'NEAL E, Hoskins G, Pritchett K. Carbohydrate mouth rinse improves relative mean power during multiple sprint performance. *Int J Exerc Sci.* 2018;11(6):754.
54. Carter JM, Jeukendrup AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Medicine and science in sports and exercise.* 2004;36(12):2107-11.
55. Chambers E, Bridge M, Jones D. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *The Journal of physiology.* 2009;587(8):1779-94.
56. Haase L, Cerf-Ducastel B, Murphy C. Cortical activation in response to pure taste stimuli during the physiological states of hunger and satiety. *Neuroimage.* 2009;44(3):1008-21.
57. Turner CE, Byblow WD, Stinear CM, Gant N. Carbohydrate in the mouth enhances activation of brain circuitry involved in motor performance and sensory perception. *Appetite.* 2014;80:212-9.
58. Beaven CM, Maulder P, Pooley A, Kilduff L, Cook C. Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2013;38(6):633-7.
59. Přibyslavská V, Scudamore EM, Johnson SL, Green JM, Stevenson Wilcoxson MC, Lowe JB, et al. Influence of carbohydrate mouth rinsing on running and jumping performance during early morning soccer scrimmaging. *European journal of sport science.* 2016;16(4):441-7.
60. Nehme R, de Branco FM, Vieira PF, Guimarães AVC, Gomes GK, Teixeira GP, et al. Single and Serial Carbohydrate Mouth Rinsing Do Not Improve Yo-Yo Intermittent Recovery Test Performance in Soccer Players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism.* 2021;1(aop):1-8.
61. Read M. The Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Soccer-Specific Exercise 2013.
62. Karayiğit R, Karabıyık H, Yaslı BC, Koz M, Ersoz G. The effect of carbohydrate mouth rinse on intermittent sprint performance in soccer players. *Ortadoğu Tıp Dergisi.* 2017;9(4):183-90.
63. Gough LA, Faghy M, Clarke N, Kelly AL, Cole M, Lun Foo W. No Independent or Synergistic Effects of Carbohydrate-Caffeine Mouth Rinse on Repeated Sprint Performance During Simulated Soccer Match Play in Male Recreational Soccer Players. *Science and Medicine in Football.* 2021(just-accepted).
64. Burke LM, van Loon LJ, Hawley JA. Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. *Journal of Applied Physiology.* 2017.
65. Fuchs CJ, Gonzalez JT, Beelen M, Cermak NM, Smith FE, Thelwall PE, et al. Sucrose ingestion after exhaustive exercise accelerates liver, but not muscle glycogen repletion compared with glucose ingestion in trained athletes. *Journal of applied physiology.* 2016.
66. Gunnarsson T, Bendiksen M, Bischoff R, Christensen PM, Lesivig B, Madsen K, et al. Effect of whey protein- and carbohydrate-enriched diet on glycogen resynthesis during the first 48 h after a soccer game. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(4):508-15.
67. Krstrup P, Ørtenblad N, Nielsen J, Nybo L, Gunnarsson TP, Iaia FM, et al. Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen

resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. Eur J Appl Physiol. 2011;111(12):2987-95.