Hakim Sabzevari University

Journal of Sport in Biomotor Sciences

Homepage:http://sbs.hsu.ac.ir

P- ISSN: 2228-723X
E- ISSN: 3041-959X

Sport and Biomotor Sciences ورزش و علوم زیست حرکتی

The effect of sodium bicarbonate and Dimethylglycine (DMG) administration on biochemical blood parameters and anaerobic function in youth elite basketball players

Seyed Reza Attarzadeh Hosseinin[1], Sadegh Abbasian[2], Vahid Onvani[3], Hamid Moghavemi[4]*

1. Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. attarzadeh@um.ac.ir
2. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Physical Education, Farhangian University, Tehtan, Iran. s.abbasian@cfu.ac.ir
3. MSc, Laboratory Department, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. vahidonvani@gmail.com
4. PhD Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. hamidmoghavemi96@gmail.com

Article Information

Article type: Research Article

Vol: 16
No: 31
P: 97-108
Received: 2024-03-13
Revised: 2024-09-17
Accepted: 2024-09-28

Cite this Article:

Attarzadeh Hosseinin Seyed Reza, Abbasian Sadegh, Onvani Vahid, Moghavemi Hamid. The effect of sodium bicarbonate and Dimethylglycine (DMG) administration on biochemical blood parameters and anaerobic function in youth elite basketball players. *Journal of Sport and Biomotor Sciences*. 2024; 16(31): 97-108. doi:10.22034/SBS.2024.446164.1087

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)

10.22034/SBS.2024.446164.1087

Abstract

Introduction and Purpose: The dominant energy system in basketball is the anaerobic system, and basketball players are trying to use supplements increasing their anaerobic capacity and power. Therefore, the purpose of the study was to compare the effect of sodium bicarbonate and Dimethylglycine on biochemical blood parameters and anaerobic functions in youth elite basketball players.

Materials and Methods: This study was a semi-experimental study with a repeated measures design. Fifteen youth elite basketball players with 15–17 years old and 72.02±2.56 Kg were divided into three groups: placebo, Sodium bicarbonate, and Dimethylglycine groups. During the study period, a 500 mL solution which contained 300 mg sodium bicarbonate was given to the sodium bicarbonate group. In addition, Dimethylglycine group received 400 mg Dimethylglycine, and third group received 500 mL placebo solution. Blood samples were collected before and following the study's administrations as well as following Wingate test performance (30 seconds).

Results: Results of this study were demonstrated that following the sodium bicarbonate as well as Dimethylglycine supplements, blood lactate was increased but this finding statistically was not significant ($P>0.05$). However, following sodium bicarbonate administration the amount of extracellular bicarbonate buffers was significantly increased ($P<0.05$).

Discussion and Conclusion: Taken our findings together, administration of sodium bicarbonate in youth athletes could increase blood-buffering capacity during the high-intensity interval exercises. Moreover, supplementation of sodium bicarbonate may improve anaerobic capacity due to the buffering capacity ameliorations.

Key Words: Sodium bicarbonate, Dimethylglycine, Anaerobic capacity, Blood biochemical parameters

Extended Abstract

1. Introduction and Purpose

The dominant energy system in basketball is the anaerobic system, and basketball players often use supplements to increase their anaerobic capacity and power. Among various supplements, the use of sodium bicarbonate and dimethylglycine is on the rise. There is substantial evidence that metabolic alkalosis in adults can improve peak performance during short-term and long-term sprint intervals, as well as during prolonged intermittent high-intensity exercise. Previous studies suggest that sodium bicarbonate supplementation may delay the onset of fatigue during anaerobic metabolism. Furthermore, research with varying doses of sodium bicarbonate indicates a range of 100 to 500 mg per kilogram of body weight. Additionally, the time interval between supplement consumption and exercise has been proposed to range from 30 to 150 minutes in endurance training, which may affect the achievement of an alkalosis state prior to exercise. Therefore, the purpose of this study was to compare the effects of sodium bicarbonate and dimethylglycine on biochemical blood parameters and anaerobic functions in elite youth basketball players.

2. Materials and Methods

This study employed a semi-experimental design with repeated measures. Fifteen elite basketball players, with an average age of 16 ± 0.375 years and a weight of 72.02 ± 2.56 kg, were selected. Participants were randomly assigned to three groups—Placebo, Sodium Bicarbonate, and Dimethylglycine—using a double-blind design. Five hours after their last meal, the first blood sample (5 ml) was collected from the antecubital vein of each participant. During five time intervals of 30, 45, 60, 75, and 90 minutes before the second blood sample was collected, the first five players consumed a 500 ml solution containing 300 mg of sodium bicarbonate per kilogram of body weight, the second five players consumed a 500 ml solution containing 400 mg of dimethylglycine per kilogram of body weight, and the last five players consumed a 500 ml placebo solution with the same osmolarity as sodium chloride (NaCl), mixed with sugar and fruit essence. After consuming the solutions, all three groups rested for 30 minutes. Following this period, the second blood sample was collected immediately from the participants. Immediately after completing the 30-second Wingate bicycle test, the third blood sample was collected by a specialist. To help maintain optimal acid-base balance by stimulating buffering capacity, the participants were advised to ride a stationary bike with a heart rate between 140 and 150 beats per minute. Once each participant completed the 30-second Wingate bicycle test with a resistance of 7% of their body weight, they were directed by an examiner to a separate room prepared for blood sampling, located 5 meters from the stationary bike. While lying on a bed and undergoing passive recovery, the third blood sample was collected by a laboratory specialist. In this study, passive recovery was employed to minimize the time interval for the production, release, and measurement of venous blood gases and blood lactate levels. For data analysis, analysis of variance with repeated measures and Bonferroni's post hoc test were utilized at a significance level of $P< 0.05$.

3. Results

The results demonstrated that after consuming dimethylglycine and sodium bicarbonate supplements, blood lactate levels were slightly increased; however, these results were not statistically significant ($P> 0.05$). In this regard, the consumption of sodium bicarbonate significantly increased the amount of extracellular bicarbonate ($F=6.00$; $P=0.016$). Moreover, higher levels of blood pH were associated with the bicarbonate group, although this was not statistically significant ($P>0.05$). Furthermore, sodium bicarbonate consumption increased pH values compared to the other two groups, but these changes were also not statistically significant ($P<0.05$). The within-group findings from the post hoc test for all variables (except extracellular bicarbonate) indicated significant differences between the first and third, as well as between the second and third blood sampling ($P<0.05$). In other words, no significant difference was observed between the first and second blood sampling (before and after supplementation), demonstrating the lack of a significant effect of these supplements on the body's biological systems ($P<0.05$). Furthermore, the bicarbonate group achieved significantly higher absolute maximum power than the dimethylglycine group ($F= 3.59$; $P=0.049$).

Conclusion

Taken together, our findings suggest that the consumption of sodium bicarbonate in young basketball players can significantly increase the biochemical capacity of blood during high-intensity interval exercise. Additionally, acute consumption of sodium bicarbonate before the test can improve anaerobic performance, likely due to the increased buffering capacity. In contrast to previous claims, dimethylglycine consumption does not improve anaerobic performance during high-intensity interval exercise. Given the absence of gastrointestinal side effects following sodium bicarbonate supplementation, individuals can use this supplement without concern.

4. Acknowledgment & Funding

We are grateful for the financial support of the Honorable Research Vice-Chancellor of Ferdowsi University of Mashhad to conduct this research. Authors are thankful to all interview participants for supporting this research.

5. Ethical Consideration

This study with number 2/19179IR.FUM. It was approved by the Research Committee of Ferdowsi University, and the principles of the Declaration of Helsinki and ethics in research were observed in all stages of the research

6. Contribution of authors

All authors have been actively participated in the process the study and writing the article.

7. Conflict of interest

According to the authors, this article has no conflict of interest.

ورزش و علوم زیست حرکتی
Sport and Biomotor Sciences ورزش و علوم زیست حرکتی
دانشگاه حکیم سبزواری

اثر مکمل‌یاری بی‌کربنات سدیم و دی‌متیل‌گلایسین بر پارامترهای بیوشیمیایی خون و عملکرد بی‌هوازی بسکتبالیست‌های نخبه جوان

سیدرضا عطارزاده حسینی[۱]، صادق عباسیان[۲*]، وحید عنوانی[۳]، حمید مقومی[٤]

۱. استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. attarzadeh@um.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، استادیار، گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. s.abbasian@cfu.ac.ir
۳. کارشناس ارشد، آزمایشگاه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران. vahidonvani@gmail.com
٤. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. hamidmoghavemi96@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی
دوره: ۱۶
شماره: ۳۱
صفحه: ۱۰۸-۹۷
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷

نحوه ارجاع به این مقاله:
عطارزاده حسینی سیدرضا، عباسیان صادق، عنوانی وحید، مقومی حمید. اثر مکمل‌یاری بی‌کربنات سدیم و دی‌متیل‌گلایسین بر پارامترهای بیوشیمیایی خون و عملکرد بی‌هوازی بسکتبالیست‌های نخبه جوان. نشریه ورزش و علوم زیست حرکتی. ۱۴۰۳؛ ۱۶(۳۱): ۱۰۸-۹۷.
doi:10.22034/SBS.2024.446164.1087

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری

© نویسنده(گان).

10.22034/SBS.2024.446164.1087

چکیده

مقدمه و هدف: سیستم انرژی غالب در رشته ورزشی بسکتبال، سیستم بی‌هوازی است و بازیکنان این رشته ورزشی درصددند تا مکمل‌هایی را مورد استفاده قرار دهند که به افزایش ظرفیت و توان بی‌هوازی آنها کمک کند. لذا، هدف از این تحقیق مقایسه اثر حاد مکمل‌یاری بی‌کربنات سدیم و دی‌متیل‌گلایسین بر پارامترهای بیوشیمیایی خون و ظرفیت عملکردی بی‌هوازی بسکتبالیست‌های نخبه جوان بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع مطالعات نیمه‌تجربی و با طرح تکرارهای زمانی بود. بر همین اساس، ۱۵ بسکتبالیست نخبه سالم با میانگین سن ۱۶±۰/۳۷ سال و وزن ۷۲/۰۲±۲/۵۶ کیلوگرم به سه گروه بی‌کربنات سدیم، دی‌متیل‌گلایسین و دارونما تقسیم شدند. به هر سه گروه محلول ۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم، ۴۰۰ میلی‌گرم دی‌متیل‌گلایسین و دارونما داده شد. پیش و پس از مکمل‌یاری و پس از اجرای آزمون ۳۰ ثانیه‌ای دوچرخه وینگیت، نمونه‌های خون جمع‌آوری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری P<۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد پس از مکمل‌یاری بی‌کربنات سدیم و دی‌متیل‌گلایسین، هر چند لاکتات خون افزایش اندکی یافته بود، بااین‌حال این افزایش معنادار نبود. مصرف بی‌کربنات سدیم، مقادیر تامپون خارج سلولی بی‌کربنات را به طور معناداری افزایش داد (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: مصرف بی‌کربنات سدیم در بسکتبالیست‌های جوان می‌تواند به طور معناداری ظرفیت بیوشیمیایی خون را طی تمرین تناوبی شدید کوتاه‌مدت، افزایش دهد. هم‌زمان، مصرف بی‌کربنات سدیم احتمالاً می‌تواند به سبب افزایش ظرفیت تامپونی، عملکرد بی‌هوازی را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: بی‌کربنات سدیم، دی متیل گلایسین، ظرفیت بی‌هوازی، پارامترهای بیوشیمیایی خون

مقدمه

بیماری در طول چند سال گذشته فروش و مصرف برخی مکمل‌های خوراکی افزایش یافته است (۱). عموماً افزایش استفاده از مکمل‌های خوراکی ریشه در قبول این باور دارد که بهره‌گیری از آنها ممکن است به افزایش بهره‌وری جسمانی منجر شود. در حالی که شواهد تجربی مستند درباره مصرف این قبیل مکمل‌ها اندک است؛ روند تشویق استفاده از این مکمل‌ها توسط شرکت‌های سازنده رو به تزاید است (۱)؛ به طوری که اخیراً استفاده از این مکمل‌ها در بسیاری از رشته‌های ورزشی به ویژه شنا و بسکتبال رواج یافته است (۲). از آنجا که رشته ورزشی بسکتبال بیشتر از منابع انرژی متابولیسم بی‌هوازی بهره می‌برد (۲)؛ بازیکنان این رشته ورزشی درصددند تا مکمل‌هایی را مورد استفاده قرار دهند که به افزایش ظرفیت و توان بی‌هوازی آنها کمک کند. از میان مکمل‌های گوناگون، مصرف مکمل‌های بی‌کربنات سدیم[1] و دی‌متیل گلایسین[2]رو به فزونی است(۲–۵). شواهد بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهد حالت آلکالوزی متابولیکی در بزرگسالان، عملکرد ورزشی آنها را طی فعالیت‌های سرعتی کوتاه‌مدت، وهله‌های دوی سرعت طولانی مدت و فعالیت ورزشی متناوب طولانی‌مدت با شدت بالا بهبود می‌بخشد(۶–۱۱). به عنوان مثال، هالیدج هاروت و همکاران (۲۰۰۰) به بررسی اثر آلکالوز متابولیکی بر متابولیسم عضله اسکلتی انسان طی فعالیت ورزشی پرداختند. در این تحقیق میزان فعالیت آنزیمی پیروات دهیدروژناز a [3]، گلیکوژن فسفوریلاز[4] و تنظیم کننده‌های آنها در متابولیسم لاکتات طی فعالیت ورزشی فزاینده و پس از مصرف ۰/۳ گرم بی‌کربنات سدیم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (جهت ایجاد حالت آلکالوزی) بررسی گردید. نتایج بیانگر بهبود در نیمرخ متابولیکی آزمودنی‌ها پس از ایجاد حالت آلکالوزی بود (۶). بر اساس همین شواهد مکمل بی‌کربنات سدیم می‌تواند زمان رخداد خستگی را طی فعالیت ورزشی متابولیسم بی‌هوازی به تأخیر اندازد (۸, ۱۲, ۱۳) و در تائید این یافته، نتایج در دسترس نشان می‌دهند که مکمل‌یاری با بی‌کربنات سدیم می‌تواند زمان اجرای شنای کرال ۲۰۰ متر را در ورزشکاران نخبه مرد بهبود بخشد (۱۴). در همین راستا، لیند و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی مکمل‌یاری با بی‌کربنات سدیم بر عملکرد ۲۰۰ متر شنا پرداختند. آنها حداکثر عملکرد ۲۰۰ متر را در ۹ شناگر طی سه وهله مجزا (در حالت کنترل، پس از مصرف بی‌کربنات سدیم و پس از مصرف دارونما) بررسی کردند. نتایج بیانگر افزایش معنادار در رکورد ۲۰۰ متر آزاد پس از مکمل‌یاری با بی‌کربنات سدیم بود (۱۳).

در مطالعات متعدد بارگیری بی‌کربنات سدیم با دوزها و زمان‌های مصرف متفاوت در پروتکل‌های فعالیت ورزشی مورد بررسی قرار گرفته است (۲). در همین خصوص، آدام زاچک و همکاران (۲۰۰۹) اثر مکمل‌یاری بی‌کربنات سدیم را طی سه وهله پیش، اولین دقیقه پس از آزمون ۴ در ۵۰ متر شنا و ۶۰ دقیقه پس از مکمل‌یاری با بی‌کربنات سدیم یا دارونما مورد ارزیابی قرار دادند. آنها در تحقیق خویش، تنها طی اولین ۵۰ متر افزایش معناداری را در سرعت شناگران یافتند (۲). در این تحقیقات که اثرات ارگوژنیکی مکمل بی‌کربنات سدیم تنها در رابطه با دوهای سرعت و نیمه استقامت، قایقرانی، شنا، دوچرخه سواری و انواع متفاوتی از تمرینات قدرتی مورد مطالعه قرار گرفته است؛ بهبود معنی‌داری در اجرا گزارش شده است (۱۵–۲۴). با این‌وجود، مطالعاتی که سودمندی مصرف بی‌کربنات سدیم را بر اجرای بسکتبالیست‌های جوان نشان دهند؛ یافت نشد (۶, ۸).

آزمایش با دوزهای متفاوتی از بی‌کربنات سدیم، دامنه‌ای از ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را پیشنهاد کرده‌اند (۱۹, ۲۵). بازه زمانی میان مصرف مکمل و فعالیت ورزشی از ۳۰ تا ۱۵۰ دقیقه در تمرینات استقامتی پیشنهاد شده که ممکن است اثری روی ایجاد حالت آلکالوزی پیش از فعالیت ورزشی داشته باشد (۱۹, ۲۵, ۲۶). در ورزشکاران تمرین کرده بهبود عملکرد در وهله‌هایی از فعالیت ورزشی بی‌هوازی (۶۰ تا ۲۴۰ ثانیه) متعاقب مصرف بی‌کربنات سدیم به ثبت رسیده است. با این وجود، سودمندی‌های ارگوژنیکی مصرف بی‌کربنات سدیم تنها در وهله‌های کوتاه مدت دوی سرعت یا فعالیت‌های ورزشی مقاومتی تایید شده است (۷, ۲۷). در همین خصوص، اثر بی‌کربنات سدیم بر وهله‌های زمانی مختلف (۲۴۰، ۱۲۰، ۳۰ و ۱۰ ثانیه‌ای) عملکرد بی‌هوازی توسط مک ناقتون (۱۹۹۲) ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تنها اثر عملکردی مکمل‌یاری با بی‌کربنات سدیم در وهله‌های بیش از ۳۰ ثانیه‌ای است (۷). اخیراً علاوه بر افزایش استفاده از مکمل بی‌کربنات سدیم، دی متیل گلایسین هم به علت اثر عملکردی آن بر استرس و تلاش‌های بدنی ورزشکاران، بیشترین توجه را به خود جلب کرده است (۳). به ویژه دی متیل گلایسین به عنوان یک منبع انرژی و متابولیت طبیعی باعث افزایش بهره‌وری در برخی از فرآیندهای متابولیک اکسیداتیو شده و جهت افزایش کارآیی و استقامت بی‌هوازی به ورزشکاران توصیه می‌شود. به‌عنوان نمونه وارن و همکاران (۱۹۹۹) اثر بتاین[5] (مشتق دی متیل گلایسین) طی فعالیت ورزشی تا خستگی را مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج بیانگر بهبود متابولیسم لاکتات متعاقب فعالیت ورزشی بود (۵, ۲۸, ۲۹).

1. Sodium Bicarbonate (SB)
2. Dimethylglycine (DMG)
3. Pyruvate Dehydrogenase a
4. Glycogen Phosphorylase
5. Betaine

در سال ۱۹۷۸ دی‌متیل گلایسین به عنوان ماده غذایی افزودنی بیان گردید (۳). با این حال کارخانه تولیدکننده دی متیل گلایسین (DMG)، علوم تغذیه و وزارت غذا و دارو[1] بیان می‌کنند که ترکیب DMG نباید تنها به عنوان یک دارو یا غذای افزودنی شناخته شود بلکه آن فراتر از یک غذا است؛ منتهی این مکمل بدون آثار درمانی است (۳). بیشترین شواهد منتشر شده در رابطه با مکمل DMG مربوط به ورزشکاران روسی و فضانوردانی است که از این مکمل در جهت افزایش عملکرد ورزشی یا ادامه ماموریت‌های فضایی استفاده می‌کردند (۱). با این که تحقیقات نشان دادند که DMG ممکن است مسئول کاهش لاکتات خون و یون‌های هیدروژن و افزایش کراتین فسفات طی فعالیت ورزشی کوتاه مدت باشد (۳۰)؛ این ادعا که دی متیل گلایسین می‌تواند انرژی و عملکرد ورزشی به ویژه عملکرد بی‌هوازی را بالا برد، توسط چندین مطالعه انسانی و حیوانی رد شده است (۳۱, ۳۲). به عنوان مثال، روس و همکاران (۱۹۸۹) اثر دی متیل گلایسین را بر عملکرد قلبی– عروقی و تولید لاکتات اسب‌هایی که فعالیت ورزشی فزاینده را انجام می‌دادند، مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه، مقادیر VO_2، VCO_2، ضربان قلب، غلظت لاکتات خون شریانی و پلاسمایی، گازهای خونی شریانی و pH ارزیابی گردید. نتایج بیانگر عدم وجود اثرات مفید مکمل‌یاری با دی متیل گلایسین بر عملکرد قلبی– عروقی و تولید لاکتات طی فعالیت ورزشی بود (۳۱). به علاوه، رابرت گایرندولا و همکاران (۱۹۸۰) اثر مصرف دی متیل گلایسین را بر پاسخ لاکتات خون، ضربان قلب استراحت و ضربان قلب تمرین آزمودنی‌های انسانی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نیز بیانگر عدم وجود کمک ارگوژنیکی پس از مصرف دی متیل گلایسین بود (۳۲). بنابراین به سبب وجود ابهام در رابطه با موثر بودن این مکمل بر بهبود ظرفیت عملکردی متابولیسم بی‌هوازی، این تحقیق با هدف مقایسه اثر حاد مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و دی‌متیل‌گلایسین بر پارامترهای بیوشیمیایی خون و ظرفیت عملکردی بی‌هوازی بازیکنان نخبه جوان بسکتبال انجام شد.

روش‌شناسی

این مطالعه از نوع مطالعات نیمه تجربی و با طرح تکرارهای زمانی بود. همچنین، این مطالعه با شماره IR.FUM.۱۹۱۷۹/۲ به تصویب کمیته پژوهش دانشگاه فردوسی رسید و در کلیه مراحل تحقیق اصول بیانیه هلسینکی و اخلاق در پژوهش رعایت شد. جامعه آماری این تحقیق بسکتبالیست‌های نخبه پسر جوان بودند که حداقل ۵ سال سابقه حضور در مسابقات ملی را داشتند. از میان آنها ۱۵ بسکتبالیست نخبه پسر سالم به روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. بر اساس پرسشنامه‌های اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، هیچ کدام از این افراد سابقه ابتلا به بیماری‌های عروق کرونری، دیابت، نارسایی کبد، کلیه و گوارشی را نداشتند. برای پیشگیری از عوارض معده – روده‌ای متعاقب مصرف بی‌کربنات سدیم و دی متیل گلایسین، تمامی آزمودنی‌ها توسط پزشک تغذیه مورد معاینه و ارزیابی قرار گرفتند. از آنجا که آزمودنی‌ها، پسر جوان بودند برای اطمینان یافتن از کسب تجربه پیش از بلوغ با استفاده از مقیاس پنج ارزشی تانر، تکامل بیولوژیکی آزمودنی‌ها مورد ارزیابی و تائید قرار گرفت (۲). پیش از انجام تحقیق به صورت شفاهی به آزمودنی‌ها نکات لازم درباره ماهیت و شیوه اجرای پژوهش، خطرات احتمالی و چگونگی همکاری گفته شد و از آنها خواسته شد با آزادی عمل در صورت موافقت، رونوشت رضایت‌نامه شرکت و همکاری در کار پژوهشی را تکمیل کنند. پس از گزینش، به آزمودنی‌ها رکاب زدن روی دوچرخه ثابت آموزش داده شد و جهت یادگیری بهتر سه آزمون آزمایشی ۳۰ ثانیه‌ای وینگیت طی روزهای جداگانه با ۷۲ ساعت فاصله در ساعت ۹ صبح اجرا شد. به آزمودنی‌ها آموزش داده شد و تاکید گردید تا با حداکثر سرعت ممکن، آزمون وینگیت را اجرا نمایند. همچنین، طی یک هفته رژیم‌غذایی روزانه آزمودنی‌ها با استفاده از روش یادآمد ثبت و توسط برنامه کامپیوتری رژیم‌غذایی ورشو لهستان[2] ارزش میانگین کالریکی رژیم‌غذایی ارزیابی شد (۲) که در بخش یافته‌های تحقیق بدان اشاره شده است. این تحقیق در سیکل رقابتی برنامه تمرین سالانه بسکتبالیست‌ها انجام پذیرفت تا به سبب رسیدن تقریبی به اوج اجرا و کاهش نوسانات اجرا، اثر تمرین‌پذیری دوره تمرین عمومی و اختصاصی روی نتایج آزمون به حداقل برسد. طی سیکل رقابتی تمامی بسکتبالیست‌ها تقریباً ۲۵ ساعت در هفته تمرینات خود راس انجام می‌دادند.

در این تحقیق، آزمودنی‌ها بر اساس طرح دو سویه کور به طور تصادفی به سه گروه دی متیل گلایسین، بی‌کربنات خوراکی و دارونما تقسیم شدند. نخست اندازه‌های ترکیب بدنی آنها شامل: وزن، نمایه توده بدن و درصد چربی بدن به روش بیوالکتریک ایمپدانس توسط دستگاه آنالیزور ترکیب بدن (INBODY مدل ۷۲۰ ساخت کشور کره جنوبی) انجام گرفت. پنج ساعت پس از صرف آخرین وعده‌غذایی تدارک‌دیده‌شده که محتوی ۷۰ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد چربی و ۱۰ درصد پروتئین بود، اولین نمونه خونی به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید آنتی کوبیتال جمع‌آوری شد. سپس طی پنج وعده در فواصل زمانی ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ دقیقه پیش از جمع‌آوری دومین نمونه خونی، به پنج بسکتبالیست اول محلول ۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (۲) و به پنج

1. Food and Drug Administration(FDA)

2. Poland Dieta2, Warsaw

بسکتبالیست دوم ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم دی‌متیل‌گلایسین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (۱) و به پنج بسکتبالیست سوم محلول ۵۰۰ میلی‌لیتری دارونما محتوی دوز با اسمولاریته یکسان کلرید سدیم (NaCl) مخلوط با شکر با طعم اسانس میوه خورانده شد (۲۷). پس از مصرف محلول‌ها به هر سه گروه اجازه داده شد تا به مدت ۳۰ دقیقه استراحت کنند. پس از این بازه زمانی ۳۰ دقیقه‌ای، بلافاصله از آزمودنی‌ها دومین نمونه گیری خونی به عمل آمد. برای کمک به حفظ سطح مطلوب تعادل اسیدی- بازی توسط تحریک ظرفیت تامپونی به گروه‌ها توصیه شد تا با ضربان قلب بین ۱۴۰ تا ۱۵۰ ضربه در دقیقه روی دوچرخه‌های ثابت رکاب بزنند (۳۳, ۳۴). به محض این که هر نفر آزمون ۳۰ ثانیه‌ای دوچرخه وینگیت را با مقاومت و بار ۷ درصد وزن بدن به اتمام می‌رساند، وی توسط آزمونگر به اتاقی مجزا که برای تهیه نمونه‌گیری خونی تعبیه شده بود (با فاصله ۵ متری از دوچرخه ثابت)، انتقال می‌یافت و در حالی که روی تخت دراز کشیده و بازیافت غیرفعال را انجام می‌داد؛ همزمان سومین نمونه‌گیری خونی توسط متخصص جمع‌آوری شد. به این دلیل بازیافت به صورت غیرفعال انجام شد تا فاصله تولید، رهایی و اندازه‌گیری گازهای خونی وریدی و لاکتات خون آزمودنی‌ها به حداقل برسد (۲). همچنین زمان آزمایش‌ها به صورت الکترونیکی روی سیستم ثبت گردید. در تمام مدت اجرای آزمون دمای آزمایشگاه بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد بود. در این تحقیق از ارگومتر پایی مونارک (مدل E 894 ارگومریک ساخت کشور سوئد) جهت اجرای آزمون وینگیت استفاده گردید. آزمون وینگیت، به عنوان آزمون آزمایشگاهی در نظر گرفته می‌شود که طی آن آزمودنی پس از قرار گرفتن روی دوچرخه ارگومتر و پس از گرم کردن اولیه، به مدت ۳۰ ثانیه با تمام توان بر علیه مقاومت از پیش تعیین شده (۷ درصد وزن بدن) رکاب می‌زند و در پایان رایانه متصل به ارگومتر نتایج توان‌های مختلف افراد (توان حداکثر، حداقل، میانگین و شاخص خستگی) را در شش وهله زمانی پنج ثانیه‌ای به صورت مطلق و نسبی (نسبت به وزن بدن) نشان می‌دهد. پس از جمع‌آوری نمونه‌های خونی و انتقال آن به آزمایشگاه تشخیص طبی، غلظت لاکتات پلاسما با استفاده از کیت آزمایشگاهی به صورت آنزیمی (Boehringer Diagnostika ساخت کشور آلمان) تعیین شد. همچنین، pH خون، بی‌کربنات استاندارد و حالت قلیایی و سایر عوامل VBG توسط دستگاه آنالیزور گازهای خونی PH ۱۶۸ (Ciba Corning ساخت کشور سوئیس) اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

پس از جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶، جهت توصیف داده‌ها از اندازه شاخص‌های میانگین ± انحراف استاندارد استفاده شد. برای اطمینان از پیش‌فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون اکتشافی شاپیرو - ویلک و جهت اطمینان از یکسان بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای تعیین تفاوت‌های درون گروهی، بین گروهی و تعاملی مراحل × گروه‌ها از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معناداری P<۰/۰۵ به عنوان ضابطه تصمیم‌گیری آماری تعیین گردید.

یافته‌ها

آمار توصیفی نشان داد که خصوصیات سن و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها به ترتیب عبارت از: میانگین سنی ۱۶±۰/۳۷۵ سال، وزن ۷۲/۰۲±۲/۵۶ کیلوگرم، نمایه توده‌بدنی ۲۱/۶۲±۰/۵۴ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی ۱۱/۴۷±۰/۷۶ درصد وزن بدن بود. به علاوه، طبق برنامه کامپیوتری رژیم غذایی ورشو لهستان (۲)، ارزش میانگین کالریکی رژیم غذایی به طور میانگین: ۶۶ درصد ترکیب آن را کربوهیدرات، ۷ درصد پروتئین و ۲۷ درصد آن را چربی تشکیل می‌داد. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل نمونه خونی پیش از مکمل‌یاری، مقادیر متغیرهای بیوشیمیایی خون و شاخص‌های عملکردی بسکتبالیست‌های نخبه جوان سه گروه تفاوت معناداری نداشت (P>۰/۰۵). به طوری که همگنی گروه‌ها پیش از مداخله تائید شد.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که پس از مصرف مکمل‌های دی متیل گلایسین و بی‌کربنات سدیم، بلافاصله لاکتات خون افزایش اندکی پیدا کرد. با این‌وجود، این نتایج معنادار نبودند (P>۰/۰۵). در همین راستا، مصرف بی‌کربنات سدیم توانسته بود مقادیر تامپون خارج سلولی بی‌کربنات را به طور معناداری افزایش دهد (P=۰/۰۱؛ F=۶). همچنین مصرف آن توانسته بود مقادیر PH را در قیاس با دو گروه دیگر افزایش دهد، با این‌حال، این تغییرات به لحاظ آماری معنادار نبودند (P>۰/۰۵). این نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

یافته‌های درون‌گروهی حاصل از آزمون تعقیبی در تمامی متغیرها (به جز بی‌کربنات خارج سلولی) بیانگر وجود اختلاف معنادار در بین مراحل اول و سوم و همچنین، دوم و سوم تحقیق بود (P<۰/۰۵). به عبارت دیگر بین مراحل اول و دوم (پیش و پس از مکمل‌یاری) اختلاف معناداری مشاهده نشد که بیانگر عدم تاثیر معنادار این مکمل‌ها بر دستگاه‌های بیولوژیک بدن بود (P>۰/۰۵). با این وجود، بین مراحل مختلف تحقیق در متغیر وابسته بی‌کربنات خارج سلولی اختلاف معناداری مشاهده نشد. به طوری که حتی پس از آزمون وینگیت (مرحله سوم) نیز نتایج، عدم تفاوت معنادار را در قیاس با مرحله اول و مرحله دوم تحقیق نشان داد (P>۰/۰۵).

در خصوص مقادیر لاکتات تولید شده پس از اجرای آزمون وینگیت، نتایج علیرغم پایین‌تر بودن مقادیر لاکتات در گروه

بی‌کربنات خوراکی نسبت به دو گروه دیگر، به لحاظ آماری معنادار نبودند (P>۰/۰۵) و حتی مقادیر لاکتات در گروه دی متیل‌گلایسین نسبت به گروه‌های دیگر بالاتر بود. نتایج تحقیق نشان داد که پس از اجرای ۳۰ ثانیه‌ای آزمون وینگیت، مقادیر تامپون خارج سلولی بی‌کربنات در گروه بی‌کربنات خوراکی در مقایسه با گروه دارونما و همچنین در قیاس با گروه دی متیل‌گلایسین، به طور معناداری بالاتر بود (P=۰/۰۱؛ F=۶). همچنین، مقادیر بالای pH خونی هم مربوط به گروه بی‌کربنات خوراکی بود، هر چند که به لحاظ آماری معنادار نبود (P>۰/۰۵). به‌علاوه، مقادیر pH در گروه دی متیل‌گلایسین با گروه دارونما پس از آزمون وینگیت، یکسان بود. در ادامه تحقیق مشخص شد که میزان گازهای (PO_2 و PCO_2) خون وریدی، طی مراحل دوم و سوم تحقیق، در گروه دی متیل‌گلایسین تفاوت معناداری با سایر گروه‌ها نداشت (P>۰/۰۵).

در همین راستا، نتایج بیانگر آن بود که در اکثر شاخص‌های عملکردی بی‌هوازی، گروه بی‌کربنات خوراکی بالاترین عملکرد را به خویش اختصاص داده بود و گروه دی متیل‌گلایسین ضعیف‌ترین عملکرد را نسبت به دو گروه دیگر کسب کرده بود. اما به لحاظ آماری، گروه بی‌کربنات خوراکی به طور معناداری نسبت به گروه دی متیل‌گلایسین در توان حداکثری مطلق، مقادیر بالاتری را بدست آورده بود (P=۰/۰۴۹؛ F=۳/۵۹). همچنین، در توان میانگین نسبی، گروه بی‌کربنات خوراکی در قیاس با گروه دی متیل‌گلایسین عملکرد بالاتری داشت (P=۰/۰۳؛ F=۴/۷۷). جدول ۲، این نتایج را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقادیر متغیرهای بیوشیمیایی خون بسکتبالیست‌های نخبه جوان در سه گروه طی مراحل پیش و بلافاصله پس از مکمل‌یاری و پس از آزمون وینگیت

مراحل	گروه‌ها	متغیرهای بیوشیمیایی خون				
		لاکتات (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	بی‌کربنات (میلی‌مول/لیتر)	PO2 (میلی‌متر جیوه)	PCO2 (میلی‌متر جیوه)	PH
پیش از مکمل‌یاری	بی‌کربنات سدیم	۱۰/۴۶ ± ۱/۹۱	۲۴/۲ ± ۲/۱۴	۳۸/۳ ± ۴/۴۳	۴۴/۷ ± ۴/۲	۷/۳۴ ± ۰/۰۳
	دی‌متیل‌گلایسین	۹/۴ ± ۲/۵۸	۲۲/۳۸ ± ۲/۴۲	۴۰/۷ ± ۷/۸	۴۰/۸۲ ± ۱/۹۶	۷/۳۴ ± ۰/۰۲
	دارونما	۹/۴۲ ± ۲/۱۸	۲۳/۱ ± ۱/۲۱	۴۱/۷ ± ۵/۲۸	۴۳/۲۸ ± ۱/۸	۷/۳۴ ± ۰/۰۲
پس از مکمل‌یاری	بی‌کربنات سدیم	۱۳/۳ ± ۲/۸۳	۲۶/۷ ± ۲/۳۲	۴۴/۴ ± ۳/۲۷	۴۶/۹ ± ۴/۱۱	۷/۳۷ ± ۰/۰۲
	دی‌متیل‌گلایسین	۱۰/۹ ± ۲/۳۱	۲۳/۹ ± ۱/۱۴	۴۵/۰ ± ۴/۸۳	۴۸/۲ ± ۴/۱۶	۷/۳ ± ۰/۰۵
	دارونما	۱۲/۳ ± ۲/۵۲	۲۲/۷ ± ۱/۷۳	۴۸/۱ ± ۱۰/۴	۴۴/۴ ± ۲/۲۷	۷/۳ ± ۰/۰۳
پس از آزمون وینگیت	بی‌کربنات سدیم	۵۴/۳ ± ۹/۶۱	۲۴/۷ ± ۲/۰۷	۲۸/۰ ± ۳/۲	۶۵/۲ ± ۵/۷۸	۷/۲ ± ۰/۰۷
	دی‌متیل‌گلایسین	۷۱/۸ ± ۱۸/۷	۲۲/۱ ± ۱/۰۱	۳۱/۹ ± ۶/۷۴	۷۰/۲ ± ۱۳/۵	۷/۱ ± ۰/۰۸
	دارونما	۶۶/۵ ± ۱۵/۷	۲۲/۵ ± ۰/۴۱	۲۹/۰ ± ۴/۴۲	۶۵/۷ ± ۷/۷	۷/۱ ± ۰/۰۴
تغییرات						
درون‌گروهی	F	۱۶۰/۲۷۶	۴/۲۴۱	۲۹/۵۷۵	۸۳/۴۹۴	۱۴۷/۷
	P	۰/۰۰۰+	۰/۰۲۶+	۰/۰۰۰+	۰/۰۰۰+	۰/۰۰۰+
بین‌گروهی	F	۱/۳۴۵	۶/۰۰	۰/۷۹۹	۰/۲۷۱	۱/۷۵۶
	P	۰/۲۹۷	۰/۰۱۶+	۰/۴۲۷	۰/۷۶۷	۰/۲۱۴
مراحل×گروه‌ها	F	۱/۸۳۱	۱/۴۳۴	۰/۳۵۴	۱/۰۰	۱/۲۸
	P	۰/۱۵۶	۰/۲۵۳	۰/۸۳۹	۰/۴۲۶	۰/۳۰۵

جدول ۲. شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی بسکتبالیست‌های نخبه جوان در آزمون وینگیت پس از مکمل‌یاری (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی	گروه‌ها			F	P
	بی‌کربنات سدیم	دی‌متیل‌گلایسین	دارونما		
توان حداکثری مطلق (وات)	۱۸۰±۸۵۷‡	۸۷±۶۴۸	۷۴±۷۵۴	۳/۵۹	۰/۰۴۹+
توان حداکثری نسبی (وات/ کیلوگرم)	۱۱/۲±۲/۲	۹/۱±۸/۳	۱۰/۰±۴/۸۹	۱/۰۳	۰/۳۹
توان میانگین مطلق (وات)	۱۰۱±۶۱۵	۸۰±۴۹۲	۵۱±۵۵۹	۲/۹۸	۰/۰۹
توان میانگین نسبی (وات/ کیلوگرم)	۸/۰±۴/۵‡	۷/۰±۲/۸	۷/۰±۴/۵	۴/۷۷	۰/۰۳+
حداقل توان مطلق (وات)	۶۰±۳۵۸	۴۲±۲۹۵	۳۹±۳۲۶	۲/۱۵	۰/۱۵۹
حداقل توان نسبی (وات/ کیلوگرم)	۴/۰±۸/۸	۴/۰±۶/۵	۴/۰±۴/۵۵	۰/۴۶	۰/۶۴
شاخص خستگی مطلق (وات)	۱۶/۶±۶/۴	۱۱/۲±۸/۴	۱۴/۲±۲/۵۸	۱/۶۲	۰/۲۳۸
شاخص خستگی نسبی (وات/ کیلوگرم)	۰/۰±۲/۱	۰/۱±۱۷/۰۳	۰/۰±۱۹/۰۳	۰/۸۰	۰/۴۷

+سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.‡ تفاوت معنی‌داری در مقایسه با دی‌متیل‌گلایسین خوراکی

بحث

بحث بارگیری و اثرات حاد مصرف مکمل‌ها در سال‌های اخیر نمود بیشتری یافته است (۱). اهمیت استفاده از مکمل‌ها در این است که با صرف کمترین زمان ممکن و کمترین هزینه اضافی، میزان ظرفیت عملکردی بازیکنان را افزایش می‌دهد. در این بین، مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم، پا به پای سایر مکمل‌ها، رو به فزونی نهاده است (۲). از آنجایی که در رشته‌های ورزشی سرعتی، گلیکولیز بی‌هوازی منبع انرژی اولیه را برای انقباض‌های عضلانی ایجاد می‌کند، کل ظرفیت مسیر گلیکولیتیکی توسط افزایش پیش رونده اسیدیته در عضلات محدود می‌گردد که علت آن تجمع یون‌های هیدروژن است (۳۵). افزایش در اسیدیته نهایتاً انتقال انرژی و توانایی عضلات را برای انقباض محدود می‌کند و ورزشکار را مجبور می‌کند تا شدت فعالیت ورزشی را کاهش دهد (۶, ۳۶, ۳۷). طبیعتاً بی‌کربنات‌ها اولین خط دفاعی بدن در برابر افزایش یافتگی اسیدیته عمل می‌کنند. زمانی که ظرفیت تامپونی درون سلول بالا باشد، لاکتات و یون‌های هیدروژن به خارج سلول‌ها انتقال می‌یابند (۶). این به عنوان دلیلی شناخته شده‌ای است که افزایش یافتن ظرفیت تامپونی خارج سلولی بدن افراد توسط افزایش در ذخایر بی‌کربنات، به یون‌های هیدروژن اجازه می‌دهد تا عضلات در معرض فعالیت ورزشی را در نسبت سریعتری ترک کنند، در نتیجه یون‌های هیدروژن و لاکتات بیشتری می‌توانند قبل از این که سلول‌های عضلانی به سرحد محدودیت خویش رسند، تولید گردد (۳۷, ۳۸). از آنجایی که به لحاظ نظری، میزان ذخایر تامپونی بدن با مصرف این مکمل افزایش می‌یابد، ورزشکاران رشته‌های ورزشی بی‌هوازی تمایل دارند تا از این مکمل استفاده نمایند (۲, ۹, ۱۰, ۲۰, ۲۲, ۳۹). نتایج یافته‌های تحقیق حاضر نیز نشان داد که بلافاصله پس از مصرف بی‌کربنات سدیم، میزان ذخایر تامپون خارج سلولی بی‌کربنات ($HCO3^-$) افزایش می‌یابد که این افزایش به لحاظ آماری معنادار بود. نکته جالب تحقیق ما اینجا بود که حتی پس از اجرای آزمون وینگیت، میزان ذخایر تامپون خارج سلولی $HCO3^-$در مقایسه با گروه دارونما و حتی گروه دی‌متیل گلایسین، به طور معناداری افزایش یافته بود. همچنین، در مراحل دوم و سوم تحقیق، مقادیر حالت اسید- قلیایی خون ((PH) در گروه بی‌کربنات خوراکی در قیاس با دو گروه دیگر بالاتر بود، هر چند که به لحاظ آماری معنادار نبود. لذا کمترین میزان لاکتات خون پس از آزمون وینگیت هم مربوط به گروه بی‌کربنات خوراکی بود هر چند که این یافته به لحاظ آماری معنادار نبود. این اثر احتمالاً ناشی از افزایش پشتیبانی سیستم بافرینگ بدن در جهت افزایش بهره‌وری از مسیرگلیکولیتیکی است. بدین معنی که با کاهش کمتر یون هیدروژن ظرفیت تبدیل پیروات به لاکتات را به صورت آنی کاهش داده بود و افراد این گروه با در نظرگیری میزان غلظت لاکتات معین در خون قادر بودند تا عملکردی بهتری را نشان دهند که در تحقیق ما نیز بهترین عملکرد مربوط به گروه بی‌کربنات سدیم خوراکی بود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج یافته‌های زاچک و همکاران (۲۰۰۹)، گائو و همکاران (۱۹۸۸)، مک ناقتون (۱۹۹۰)، مک ناقتون و سدرو (۱۹۹۱)، پلیگارد و همکاران (۱۹۹۹)، لایند و همکاران (۲۰۰۸) و توماس و همکاران (۲۰۰۵) که اکثر آنها بهبودهای معناداری را در اجرا گزارش کرده‌اند، موافق است که اثر مصرف این مکمل را به بوته آزمایش گذاشتند (۲, ۸, ۱۳, ۱۶, ۱۷, ۳۰, ۴۰). همچنین، با یافته‌های کایرنز (۲۰۰۶) و هالیدج هاروت و همکاران (۲۰۰۶) در تضاد است (۳, ۲۶) که ممکن است بدلیل اختلاف در میزان دوز مصرفی این مکمل، نوع پروتکل تمرینی و همچنین زمان مصرف و زمان فعالیت ورزشی باشد. همچنین، نتایج تحقیق در خصوص افزایش مقادیر $HCO3^-$ با نتایج پیرت و همکاران (۲۰۱۲) آملی کایر و همکاران (۲۰۱۱) و لین وئو و همکاران (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد (۳۲, ۴۱, ۴۲) که آنها نیز افزایش در سطوح $HCO3^-$ را متعاقب مصرف بی‌کربنات سدیم بیان کردند. به علاوه، پیرت و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که متعاقب مصرف $HCO3^-$ سطح پروتئین شوک حرارتی ۷۲ (HSP72) افزایش می‌یابد (۳۲) که می‌تواند دلیلی بر عدم تاثیر حاد بی‌کربنات سدیم بر میزان آپوپتوزیس (مرگ برنامه‌ریزی شده) سلولی باشد. آزمایش‌ها با دوزهای متفاوتی از بی‌کربنات سدیم، دامنه‌ای از ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را استفاده کرده‌اند (۱۸, ۱۹). ادبیات تحقیق پیشنهاد می‌کنند که دوزهای زیر ۲۰۰ میلی‌گرم ممکن است علتی در افزایش بی‌کربنات خون باشند اما عملکرد بی‌هوازی را بهبود نمی‌بخشند. مصرف دوزهای بیشتر از ۳۰۰ میلی‌گرم نیز آلکالوز را بیشتر بهبود نخواهد بخشید، لذا اکثر محققین چنین دوزی را پیشنهاد می‌کنند (۱۸). در همین راستا، عدم ایجاد تفاوت درون گروهی در متغیر بی‌کربنات خارج سلولی پس از مراحل دوم و سوم در گروه بی‌کربنات سدیم، بیانگر افزایش معنادار میزان $HCO3^-$ در مقایسه با سایر گروه‌ها بود. چرا که در سایر متغیرها پس از مرحله سوم (اجرای آزمون وینگیت) اختلاف معناداری با مرحله دوم (پس از مکمل‌یاری) مشاهده شد که این مراحل در متغیر $HCO3^-$ و گروه بی‌کربنات سدیم معنادار نبود. بازه زمانی بین مصرف و فعالیت ورزشی همچنین از ۳۰ تا ۱۵۰ دقیقه درتمرینات استقامتی پیشنهاد شده است و ممکن است اثری را روی ایجاد حالت آلکالوزی قبل از فعالیت ورزشی داشته باشد (۶, ۷, ۱۸, ۱۹). لذا، در آزمودنی‌های ما نیز مصرف این مقدار بی‌کربنات نه تنها منجر به افزایش مقادیر بی‌کربنات خارج سلولی شده بود، بلکه هیچ‌گونه آثار معدی – روده‌ای نیز مبنی بر اثر سوء این دوز مشاهده نگردید.

همراه با مصرف بی‌کربنات سدیم، اخیراً استفاده از مکمل دی متیل گلایسین، نیز پیشنهاد شده است. دی متیل گلایسین به عنوان یک منبع انرژی و متابولیت طبیعی، باعث افزایش بهره‌وری در برخی از فرآیندهای متابولیکی می‌گردد (۱, ۴۳-۴۵). این ترکیب در سال ۱۹۵۲ توسط دکتر کربس در حین بررسی خواص شیمیایی دانه زردآلو کشف شد (۱). در همین راستا، تولیدکنندگان این مکمل ادعا می‌کنند که با مصرف آن ظرفیت و توان بی‌هوازی به دلایلی چون کاهش در انباشتگی لاکتات (۱, ۲۹, ۴۶) و یا به عبارتی در اختیارگذاری بیشتر پیروات جهت ادامه روند گلیکولیز بی‌هوازی و علاوه بر آن استفاده کمتر از نیکوتین آمید آدنین دی‌نوکلئوتید (+NAD) سیتوزولی و در اختیار نهادن آن جهت جفت شدن با واکنشی که آنزیم ۳ فسفوگلیسروآلدئید دهیدروژناز در آن دخیل است و در نهایت تولید آدنوزین تری‌فسفات (ATP) بیشتر از منبع گلیکولیز بی‌هوازی و همچنین کاهش در اوج لاکتات، افزایش می‌یابد (۱, ۵, ۴۷). نتایج یافته‌های تحقیق حاضر نیز نشان داد که بلافاصله پس از مصرف دی متیل گلایسین، میزان ذخایر تامپون خارج‌سلولی $HCO3^-$ نسبت به گروه دارونما، همچنین نسبت به مقادیر اولیه آن در همین گروه و حتی پس از اجرای آزمون وینگیت تفاوت معناداری وجود ندارد. مقادیر PH خون در گروه دی متیل گلایسین خوراکی در مقایسه با دو گروه دیگر تفاوت معناداری نداشت و حتی مقادیر پایین‌تری نیز در مورد آن به ثبت رسید. بر خلاف ادعای وارد شده در خصوص این مکمل، بالاترین میزان لاکتات خون پس از آزمون وینگیت هم مربوط به گروه دی متیل گلایسین خوراکی بود، هرچند که به لحاظ آماری این یافته‌ها معنادار نبودند.

در خصوص مقادیر فشار اکسیژن و فشار کربن دی‌اکسید (PO_2 و PCO_2) خون وریدی نیز هیچ‌گونه تفاوت معناداری میان گروه دی متیل گلایسین و دو گروه دیگر در مراحل دوم و سوم تحقیق مشاهده نشد. این نتایج نشان می‌دهد که این مکمل بر خلاف ادعای وارد شده، قادر به تغییر مقادیر گازهای خونی وریدی (VBG) و لاکتات خون نیست. نتایج تحقیق حاضر با نتایج یافته‌های گانون و همکاران (۱۹۸۱) (۱) در تضاد است که می‌تواند به دلیل عدم اعمال گروه دارونما باشد. با این حال، میزان دوز اعمال شده برای آزمودنی‌ها با علائم مختل کننده معدی – روده‌ای همراه نبود.

به علاوه، در خصوص مقایسه شاخص‌های عملکردی میان دو گروه تجربی مشخص شد که بهترین عملکرد را گروه بی‌کربنات خوراکی به خویش اختصاص داده بود. در همین راستا، گروه بی‌کربنات خوراکی در شاخص توان حداکثری (مطلق) و همچنین توان میانگین (نسبی) به طور معناداری در مقایسه با گروه دی‌متیل‌گلایسین بالاتر بود. یافته‌های تحقیق در خصوص بهبود عملکرد پس از مصرف بی‌کربنات خوراکی، با یافته‌های لین وئو و همکاران (۲۰۱۰)، توماس و همکاران (۲۰۰۵)، مک ناقتون و همکاران (۱۹۹۰) و زاچک و همکاران (۲۰۰۹) (۲, ۸, ۱۷, ۴۲) همخوانی دارد. از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به عدم اعمال نمونه‌گیری‌های متوالی در بازه‌های زمانی ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت اشاره نمود تا از این طریق بتوان میزان طول مدت اثر مکمل بی‌کربنات سدیم را مشاهده کرد. به علاوه، عدم مداخله گرم کردن به صورت همزمان با مکمل‌یاری، جهت کنترل اثر آن بر عملکرد آزمودنی‌ها نیز از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر بود. به علاوه، به دلیل استفاده از آزمودنی‌های نخبه بسکتبال و محدودیت‌های زمانی آزمودنی‌ها جهت شرکت در طرح پژوهشی و همچنین ضرورت حضور بازیکنان در مسابقات ملی و اثرگذاری وقفه‌های زمانی دو یا چند مرحله‌ای ناشی از به‌کارگیری دوره پاکسازی، از طرح تحقیقی حاضر استفاده شد. به عبارت دیگر جهت اجرای طرح تحقیقی متقاطع نیاز به حداقل ۲ و حداکثر ۴ هفته با در نظرگیری دوره پاکسازی بود که به دلیل نخبه بودن آزمودنی‌ها و محدودیت‌های ذکر شده به لحاظ عملی امکان استفاده از طرح تحقیقی متقاطع وجود نداشت. همچنین، تعداد کم آزمودنی‌ها و عدم اندازه‌گیری تغییرات پلاسما از جمله محدودیت‌های دیگر مطالعه حاضر بود که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی این نکات مد نظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

مصرف بی‌کربنات سدیم در بسکتبالیست‌های جوان می‌تواند به طور معناداری ظرفیت بیوشیمیایی خون را طی تمرین تناوبی شدید کوتاه‌مدت افزایش دهد. در زمان مشابهی، مصرف حاد بی‌کربنات سدیم، پیش از آزمون می‌تواند عملکرد بی‌هوازی را بهبود بخشد. این موضوع احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت تامپونی است. در همین خصوص، بر خلاف ادعای وارد شده، مصرف دی متیل گلایسین نمی‌تواند عملکرد بی‌هوازی را طی فعالیت‌های کوتاه مدت شدید بهبود بخشد. با توجه به عدم مشاهده اثرات جانبی معده – روده‌ای پس از مکمل‌یاری، افراد می‌توانند بدون نگرانی از مکمل بی‌کربنات سدیم استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد جهت انجام تحقیق حاضر با شماره مجوز ۲/۱۹۱۷۹ کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله حاضر تصریح می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Bolton S, Null G. Vitamin B15: a review and update. *Orthomol. Psych*. 1982; 11(4):260-6.
2. Zajac A, Cholewa J, Poprzecki S, Waskiewicz Z, Langfort J. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. *Journal of sports science & medicine*. 2009; 8(1):45. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3737792/
3. Hollidge-Horvat MG, Parolin ML, Wong D, Jones NL, Heigenhauser GJ. Effect of induced metabolic alkalosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2000; 278(2): 316-29. https://doi.org/10.1152/ajpendo.2000.278.2.E316
4. Chycki J, Golas A, Halz M, Maszczyk A, Toborek M, Zajac A. Chronic ingestion of sodium and potassium bicarbonate, with potassium, magnesium and calcium citrate improves anaerobic performance in elite soccer players. *Nutrients*. 2018 ; 10 (11):1610. https://doi.org/10.3390/nu10111610
5. Attarzadeh-Hosseini R, Abbasian S, Azimkhani A, Onvani V, Joghataie M. The effect of dimethylglycine (DMG) administration on biochemical blood parameters in youth elite basketball players. *International Research Journal of Biological Science*. 2013; 2(2):55-9.
6. McNaughton LR. Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of various durations. *Journal of sports sciences*. 1992; 10(5):425-35. https://doi.org/10.1080/02640419208729941
7. Parry-Billings M, MacLaren DP. The effect of sodium bicarbonate and sodium citrate ingestion on anaerobic power during intermittent exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1986; 55:524-9. https://doi.org/10.1007/bf00421648
8. Thomas C, Perrey S, Lambert K, Hugon G, Mornet D, Mercier J. Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2005; 98(3):804-9. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01057.2004
9. Grgic J, Grgic I, Del Coso J, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Effects of sodium bicarbonate supplementation on exercise performance: an umbrella review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021; 18(1):71. https://doi.org/10.1186/s12970-021-00469-7
10. Grgic J, Pedisic Z, Saunders B, Artioli GG, Schoenfeld BJ, McKenna MJ, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021; 18(1):61. https://doi.org/10.1186/s12970-021-00458-w
11. Gatarek P, Kaluzna-Czaplinska J. Trimethylamine N-oxide (TMAO) in human health. *EXCLI journal*. 2021; 20:301. https://doi.org/10.17179%2Fexcli2020-3239
12. Hebestreit H, Meyer F, Heigenhauser GJ, Bar-Or O. Plasma metabolites, volume and electrolytes following 30-s high-intensity exercise in boys and men. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1996; 72:563-9. https://doi.org/10.1007/bf00242291
13. Lindh AM, Peyrebrune MC, Ingham SA, Bailey DM. Sodium bicarbonate improves swimming performance. *International journal of sports medicine*. 2008; 29(06):519-23. https://doi.org/10.1055/s-2007-989228
14. Goldfinch J, Mc Naughton L, Davies P. Induced metabolic alkalosis and its effects on 400-m racing time. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1988; 57:45-8. https://doi.org/10.1007/bf00691236
15. Rowland TW, Maresh CM, Charkoudian N, Vanderburgh PM, Castellani JW, Armstrong LE. Plasma norepinephrine responses to cycle exercise in boys and men. *International journal of sports medicine*. 1996; 17(01):22-6. https://doi.org/10.1055/s-2007-972803
16. Pilegaard H, Domino K, Noland T, Juel C, Hellsten Y, Halestrap AP, Bangsbo J. Effect of high-intensity exercise training on lactate/H+ transport capacity in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 1999; 276(2):255-61. https://doi.org/10.1152/ajpendo.1999.276.2.E255
17. McNaughton LR. Sodium citrate and anaerobic performance: implications of dosage. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1990; 61:392-7. https://doi.org/10.1007/bf00236058
18. McNaughton LR. Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. *Journal of sports sciences*. 1992; 10(5):415-23. https://doi.org/10.1080/02640419208729940
19. Horswill CA, Costill D, Fink W, Flynn M, Kirwan J, Mitchell J, Houmard J. Influence of sodium bicarbonate on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004; 36:1239-43. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3237047/
20. Saunders B, Oliveira LF, Dolan E, Durkalec-Michalski K, McNaughton L, Artioli GG, et al. Sodium bicarbonate supplementation and the female athlete: A brief commentary with small scale systematic review and meta-analysis. *European journal of sport science*. 2022; 22(5):745-54. https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1880649
21. Hilton NP, Leach NK, Hilton MM, Sparks SA, McNaughton LR. Enteric-coated sodium bicarbonate supplementation improves high-intensity cycling performance in trained cyclists. *European journal of applied physiology*. 2020; 120(7):1563-73. https://doi.org/10.1007/s00421-020-04387-5
22. Miranda WA, Barreto LB, Miarka B, Salinas AE, Soto DA, Muñoz EA, Brito CJ. Can Sodium Bicarbonate Supplementation Improve Combat Sports Performance? A Systematic Review and Meta-analysis. *Current Nutrition Reports*. 2022; 11(2):273-82. https://doi.org/10.1007/s13668-022-00396-2

23. Guimarães RDS, de Morais Junior AC, Schincaglia RM, Saunders B, Pimentel GD, Mota JF. Sodium Bicarbonate Supplementation Does Not Improve Running Anaerobic Sprint Test Performance in Semiprofessional Adolescent Soccer Players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2020; 30(5):330-7. https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0031
24. Grgic J, Rodriguez RF, Garofolini A, Saunders B, Bishop DJ, Schoenfeld BJ, et al. Effects of Sodium Bicarbonate Supplementation on Muscular Strength and Endurance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2020; 50(7):1361-75. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01275-y
25. Bishop D, Edge J, Davis C, Goodman C. Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. M*edicine & Science in Sports & Exercise*. 2004; 36(5):807-13. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000126392.20025.17
26. Cairns SP. Lactic acid and exercise performance: culprit or friend?. *Sports medicine*. 2006; 36:279-91. https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00001
27. Van Montfoort MC, Van Dieren L, Hopkins WG, Shearman JP. Effects of ingestion of bicarbonate, citrate, lactate, and chloride on sprint running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004; 36(7):1239-43. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000132378.73975.25
28. Rose RJ, Schlierf HA, Knight PK, Plummer C, Davis M, Ray SP. Effects of N, N-dimethylglycine on cardiorespiratory function and lactate production in thoroughbred horses performing incremental treadmill exercise. *The Veterinary Record*. 1989; 125(10):268-71. https://doi.org/10.1136/vr.125.10.268
29. Bai K, Jiang L, Li Q, Zhang J, Zhang L, Wang T. Dietary dimethylglycine sodium salt supplementation improves growth performance, redox status, and skeletal muscle function of intrauterine growth-restricted weaned piglets. *Journal of Animal Science*. 2021; 99(7):skab186. https://doi.org/10.1093/jas/skab186
30. Mc Naughton LR, Cedaro R. The effect of sodium bicarbonate on rowing ergometer performance in elite rowers. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. 1991; 23(3):66-9.
31. Girandola RN, Wiswell RA, Bulbulian R. Effects of pangamic acid (B-15) ingestion on metabolic response to exercise. *Biochemical medicine*. 1980; 24(2):218-22. https://doi.org/10.1016/0006-2944(80)90015-0
32. Peart DJ, Kirk RJ, Hillman AR, Madden LA, Siegler JC, Vince RV. The physiological stress response to high-intensity sprint exercise following the ingestion of sodium bicarbonate. *European journal of applied physiology*. 2013; 113:127-34. https://doi.org/10.1007/s00421-012-2419-4
33. Beedle BB, Mann CL. Acomparison of Two Warm-Ups on Joint Range of Motion. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007; 21(3):776-9. http://dx.doi.org/10.1519/R-19415.1
34. Poprzęcki S, Zając A, Wower B, Cholewa J. The effects of a warm-up and the recovery interval prior to exercise on anaerobic power and acid-base balance in man. *J Hum Kinet*. 2007; 18:15-28.
35. Verbitsky O, Mizrahi J, Levin M, Isakov E. Effect of ingested sodium bicarbonate on muscle force, fatigue, and recovery. *Journal of Applied Physiology*. 1997; 83(2):333-7. https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.2.333
36. Costill DL, Verstappen F, Kuipers H, Janssen E. Acid-base balance during repeated bouts of exercise: influence of HCO3. *International journal of sports medicine*.1984;5(05):228-31.https://doi.org/10.1055/s-2008-1025910
37. Harrison A, Thompson K. Ergogenic aids: sodium bicarbonate. Peak Performance. 2005;219(219):9-10.
38. Faff J. Invited paper Can the work capacity be improved by inducing pre-exercise alkalosis? *Biology of Sport*. 1993; 10(3):127.
39. Bai K, Jiang L, Li Q, Zhang J, Zhang L, Wang T. Dietary dimethylglycine sodium salt supplementation improves growth performance, redox status, and skeletal muscle function of intrauterine growth-restricted weaned piglets. *Journal of animal science*. 2021; 99(7). https://doi.org/10.1093/jas/skab186
40. Gao J, Costill DL, Horswill CA, Park SH. Sodium bicarbonate ingestion improves performance in interval swimming. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1988; 58:171-4. https://doi.org/10.1007/bf00636622
41. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on [HCO3−], pH, and gastrointestinal symptoms. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2011; 21(3):189-94. https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.3.189
42. Wu CL, Shih MC, Yang CC, Huang MH, Chang CK. Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2010; 7:1-8. https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-33
43. Tonda ME, Hart LL. N, N dimethylglycine and L-carnitine as performance enhancers in athletes. The Annals of pharmacotherapy. 1992; 26(7-8):935-7. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1380344/
44. de Oliveira K, Fachiolli DF, Watanabe MJ, Tsuzukibashi D, Bittar CM, Costa C, Poiatti ML, Meirelles PD. Dimethylglycine supplementation in horses performing incremental treadmill exercise. *Comparative Exercise Physiology*. 2015; 11(3):167-72. http://dx.doi.org/10.3920/CEP150016
45. Strous RD, Gibel A, Maayan R. Dimethylglycine (DMG).
46. Cupp MJ, Tracy TS. Dietary supplements: toxicology and clinical pharmacology. *Springer Science & Business Media*; 2002.
47. Yao H, Hu Y, Wang Q, Zhang Y, Rao K, Shi S. Effects of dietary dimethylglycine supplementation on laying performance, egg quality, and tissue index of hens during late laying period. *Poultry Science*. 2022; 101(2):101610. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101610