

## Research Paper

## Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on anaerobic capacity and blood lactate level of female futsal players

Mandana Gholami<sup>1\*</sup>, Marzieh Hafezi eirdmousa<sup>2</sup>, Sahar Ghasemshoar<sup>3</sup>, Hossein Abednatanzi<sup>4</sup>

1- Associate professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Dean's student, Department of Physical Education and Sports Sciences, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Master's degree, Department of Physical Education and Sports Science, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Received:** 21/8/2022

**Revised:** 11/9/2022

**Accepted:** 17/9/2022

Use your device to scan and read the article online



**DOI:**

[10.30495/VARZESH.2022.1965942.1041](https://doi.org/10.30495/VARZESH.2022.1965942.1041)

**Keywords:**

sodium bicarbonate, beta-alanine, average power, blood lactate, futsal.

### Abstract

The main aim of this study was to determine the effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on anaerobic capacity and blood lactate levels of female futsal players. Method: 40 volunteer female futsal players of the Tehran League were selected based on the variables of entering the research and sampling and randomly selected four of the 40 volunteers and randomly divided into four control groups (n=10), sodium bicarbonate (n=10), beta-alanine (n=10) and sodium bicarbonate and beta-alanine (n=10) were divided. The anthropometric characteristics of their height, weight and body mass index were measured before the test. Then the Wingate test was performed to measure power and their blood lactate level was also measured using a lactometer. After each test session, the bicarbonate group received 0.3 grams of sodium bicarbonate supplement per kilogram of body weight, the beta-alanine group received 0.3 grams of beta-alanine supplement per kilogram of body weight, and the combined group also received per kilogram The combination of beta-alanine and sodium bicarbonate was used for 0.3 grams of body weight, and the control group used 0.3 grams of placebo (starch) per kilogram of body weight, and after 90 minutes, the relevant tests were performed again. Also, the subjects' diet was controlled during the test. Finally, descriptive statistics, Shapiro-Wilk test, one-way analysis of variance test and Tukey's post hoc test were used for statistical analysis of the data using spss/21 software at a significance level of  $p \leq 0.05$ . The results showed that the supplement of sodium bicarbonate and beta-alanine has a significant effect on the average power and blood lactate level of female futsal players. According to the results of the research, it is suggested that coaches and players use sodium bicarbonate and beta-alanine supplements to increase strength and reduce the negative effects of lactic acid.

**Citation:** Gholami Mandana, Hafezi eirdmousa Marzieh, Ghasemshoar Sahar, Abednatanzi Hossein. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on anaerobic capacity and blood lactate level of female futsal players. Res Sport Sci Med Plants. 2022; 3 (8):1-11

**Corresponding author:** Mandana Gholami

**Address:** Associate professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Tell:** 02144865154

**Email:** m.gholami@srbiau.ac.ir

## Extended Abstract

### Introduction

Introduction The performance of athletes in sports competitions directly depends on the optimal performance of muscles (7). In some intense activities, energy sources are mainly provided through anaerobic glycolysis (8), after which metabolites from glycolysis increase in the body and lead to muscle fatigue. (34) Fatigue is defined as the inability to maintain a certain or expected capacity and it is one of the factors that prevent the continuation of the activity by reducing sports performance (9). Of course, fatigue and its factors in anaerobic and semi-endurance activities such as team or individual pursuit cycling competitions are different from their factors in long-term and exhausting activities such as marathons.

### Research Methodology

The current research is a semi-experimental and applied research using the pre-test-post-test method. The statistical population of the current research was made up of female futsal players in the Tehran League in the season 1995-1996, with at least 3 years of club experience and continuous sports activity, without any history of illness or use of supplements. 40 volunteers were selected and randomly divided into four control groups (n=10), sodium bicarbonate (n=10), beta-alanine (n=10) and sodium bicarbonate and beta-alanine (n=10) . To conduct the research, first, in one of the meetings, the method of conducting the research and its type was presented to the subjects by the researcher, and the subjects completed the consent form and the health questionnaire, and the anthropometric characteristics of their height, weight, and body mass index were measured. It was taken. Then the Wingate test was performed to measure the average power and the blood lactate level was also measured with a lactometer. In the continuation of the bicarbonate group, on the first day and after the first stage tests, 0.3 grams of sodium bicarbonate supplement per kilogram of body weight, beta-alanine group, 0.3 grams of beta-alanine supplement per kilogram of body weight And the combined group also used 0.3 grams of beta-alanine and sodium bicarbonate per kilogram of body weight, the control group also used 0.3 grams of placebo (starch) per kilogram of body weight and after 90 minutes again The relevant tests were performed. Also, the subjects' diet was controlled during the test. Finally, descriptive statistics, Shapiro-Wilk test, one-way analysis of variance test and Tukey's post hoc test were used for statistical analysis of the data using spss/21 software at a significance level of  $\alpha \leq 0.05$ .

### Results and conclusion

Before examining the research results, it is

necessary to mention that muscle contusion is associated with movement restriction, stiffness, pain, swelling, weakness and spasm in the involved muscles. DOMS is an irritating condition that may impair the athlete's performance (Gauria et al., 2006). DOMS begins 8 to 12 hours after exercise (Grimal et al., 2005), and peaks within 24 to 48 hours after exercise and finally disappears between 5 and 7 days after exercise (Grimal et al., 2005), but at the same time, the intensity and duration of delayed muscle contusion after extroverted exercises cannot be predicted (Sor et al. colleagues, 2009). Therefore, the reduction of research variables as a result of extroverted practice seems logical. Therefore, in the following, we will examine the reasons for the changes in different groups. In the present research, it is clear that the supplement of sodium bicarbonate and beta-alanine has a significant effect on the average power. Also, the results showed that there is a significant difference between the control group with sodium bicarbonate and beta-alanine and sodium bicarbonate, still, there is no significant difference between the other groups. This finding is inconsistent with the research results of Ahmadi et al. (2013) and Hayeri et al. (2014) who showed that sodium bicarbonate has an effect on the anaerobic capacity of women, but it is not statistically significant. In this regard, it can be said that among the factors affecting the results of the research, we can mention the type of subject, which is probably the main reason for the difference in the results of the two studies. Because Ahmadi et al.'s research was conducted on women karate practitioners, Hayeri's research was conducted on female students, and the present research was conducted on female futsal players.

The above finding is also consistent with the research results of Minasian et al. (2012) and Sharifi et al. (2013) who showed that sodium bicarbonate or beta-alanine has a significant effect on the anaerobic capacity of athletes. In relation to the findings of the present research, it can be acknowledged that bicarbonate may be able to transfer most of the acid produced inside the muscle cells to the blood and thus reduce the level of acidity inside the muscle cells. This, in turn, can delay the occurrence of fatigue (Burke, 2000). An increase in extracellular pH and higher bicarbonate increases H<sup>+</sup> and as a result, lactic acid is released from active muscles. This is due to the increase in lactic acid/H<sup>+</sup> transfer activity, which increases the intracellular/extracellular H<sup>+</sup> gradient during contraction and recovery. It has been suggested that this mechanism reduces muscle fatigue, delays the decrease in pH level, and leads to greater contractile capacity of the involved muscle tissue by increasing muscle glycolytic ATP production. All these

metabolic perturbations have been proven to imply that a shift in muscle metabolism toward anaerobic energy production has particular benefits during high-intensity exercise (Racona et al., 2005). Consuming a sufficient amount of sodium bicarbonate (baking soda) before high-intensity exercise makes muscles and blood less acidic during this activity and increases physical performance (Mc-Naughton et al., 1997). Therefore, the effect of sodium bicarbonate on average and peak power seems reasonable. On the other hand, it has been found that, unlike other cell buffers, the concentration of carnosine shows many changes between muscles of different species. Soule et al.

(1992) reported that the concentration of carnosine is higher in the fast-twitch muscle fiber of the horse. Parkhouse et al. (1985) showed that sprinters and athletes involved in intense sports have a greater muscle buffering capacity compared to marathon runners and non-athletes, therefore, increasing carnosine is a mechanism for intracellular buffering capacity during exercise. And it is a means to increase the capacity and performance of intense sports activity (Islam Doost, 2011). According to the above contents, it seems logical that the combined group has a greater effect on anaerobic power compared to other groups.

## اثر مکمل یاری بی کربنات سدیم و بتا آلانین بر توان بی‌هوازی و سطح لاکتات خون بازیکنان زن فوتسال

ماندانا غلامی<sup>۱\*</sup>، مرضیه حافظی ایردموسی<sup>۲</sup>، حسین عابدنطنزی<sup>۳</sup>، سحر قاسم شعار<sup>۴</sup>

۱- دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

هدف اصلی این مطالعه تعیین تاثیر بی کربنات سدیم و مکمل بتا آلانین بر ظرفیت بی‌هوازی و سطوح لاکتات خون بازیکنان زن فوتسال بود. روش: ۴۰ فوتسالیست زن داوطلب لیگ تهران بر اساس متغیرهای ورود به تحقیق و نمونه‌گیری انتخاب و به طور تصادفی به چهار از بین افراد داوطلب ۴۰ نفر انتخاب و به طور تصادفی در چهار گروه کنترل (۱۰ نفر)، بی کربنات سدیم (۱۰ نفر)، بتا آلانین (۱۰ نفر) و بی کربنات سدیم و بتا آلانین (۱۰ نفر) تقسیم شدند. ویژگی‌های تن‌سنجی قد، وزن و شاخص توده بدنی آنها قبل از آزمون اندازه‌گیری شد. سپس تست وینگیت برای اندازه‌گیری توان انجام شد و سطح لاکتات خون آنها نیز با استفاده از لاکتومتر اندازه‌گیری شد. گروه بی کربنات بعد از هر جلسه آزمون به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم از مکمل بی کربنات سدیم، گروه بتا آلانین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم از مکمل بتا آلانین و گروه ترکیبی نیز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم از ترکیب بتا آلانین و بی کربنات سدیم استفاده کرده، گروه کنترل نیز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم دارونما (نشاسته) استفاده کردند و بعد از ۹۰ دقیقه مجدداً آزمون‌های مربوطه به عمل آمد. همچنین رژیم غذایی آزمودنی‌ها هم در حین آزمون کنترل شد. نهایتاً از آمار توصیفی، آزمون شپرو ویک، آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS/21 در سطح معنی‌داری  $p \leq 0.05$  برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد مکمل یاری بی کربنات سدیم و بتا آلانین بر میانگین توان و سطح لاکتات خون بازیکنان زن فوتسال اثر معنی‌داری دارد. با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود مربیان و بازیکنان جهت بالا بردن توان و کاهش اثرات منفی اسید لاکتیک از مکمل‌های بی کربنات سدیم و بتا آلانین استفاده کنند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۳۰

تاریخ داوری: ۱۴۰۱/۶/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۶

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

10.30495/VARZESH.2022.19659  
42.1041

واژه‌های کلیدی:

بی کربنات سدیم، بتا آلانین، میانگین توان، لاکتات خون، فوتسال.

\* نویسنده مسوول: ماندانا غلامی

نشانی: دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تلفن: ۰۲۱۴۴۸۶۵۱۵۴

پست الکترونیکی: m.gholami@srbiau.ac.ir

## مقدمه

کمتر مستعد تجربه ناراحتی قابل توجه گوارشی است. به این ترتیب اسید لاکتیک بلافاصله در pH فیزیولوژیکی طبیعی به آنیون لاکتات و یک پروتون H<sup>+</sup> تجزیه می‌شود. که چنانچه یون هیدروژن H<sup>+</sup> از طریق سیستمهای بافری از محیط خارج نشود، pH درون عضله‌های کاهش می‌یابد. همچنین مقدار زیاد گلیکولیز، pH را حتی بیشتر کاهش خواهد داد که در نهایت ممکن است موجب توقف فرایندهای انقباضی عضله گردد. از سوی دیگر مشخص شده که تولید نیرو مرتبط با کمپلکس انقباض عضلانی ۴ پروتئین میوفیبریلی ۱ است، و با کاهش pH تروپونین به طور مؤثر با کلسیم پیوند نمی‌یابد و در تشکیل کمپلکس اکتومیوزین اختلال ایجاد می‌کند. اما این واکنش برگشت پذیر است. بنابراین وقتی pH معکوس شود و دوباره به سطح طبیعی برسد، تولید نیرو به حالت اولیه برمیگردد. علاوه بر این مشخص شده است که تغییرات pH بر تولید انرژی نیز تأثیر دارد. وقتی pH درونسلولی عضله به ۷/۲ رسد، با اختلال در فعالیت گلیکولیتیکی آنزیم فسفو فروکتوکیناز مانع از فرایند گلیکولیز می‌شود. در چند دهه اخیر پژوهشهای زیادی در مورد تأثیر مکملها بر بهبود عملکرد ورزشکاران انجام گرفته، اما در ایران تحقیقات اندکی در زمینه مصرف مکملها و اجرای ورزشکاران به‌ویژه در رشته ورزشی فوتسال و عملکرد توان بی‌هوازی و تغییرات سطح لاکتات بازیکنان فوتسال انجام گرفته است که به نتایج برخی تحقیقات توسط (۴۲) در این زمینه اشاره می‌شود:

در تحقیق روی ۸ دوندۀ مرد فعال که ۲۴۴ میلی گرم بیکربنات سدیم، یک ساعت قبل از تمرین مصرف کرده بودند، گزارش کردند که سطح لاکتات خون در گروه کنترل که مقدار لاکتات خون آنها بعد از ۱۴ دقیقه افزایش، ولی در گروه آزمایش به تدریج کاهش نشان داد. پروتکل تمرینی آنها به‌صورت ۲۴ دقیقه دوچرخه سواری متناوب، هر مرحله ۲ دقیقه شامل ۵۴ ثانیه فعالیت با ۲۴ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، ۷۴ ثانیه با ۷۴ درصد اکسیژن مصرفی و باقیمانده زمان با حداکثر سرعت انجام گرفته بود، در تحقیقی روی شناگران جوان در شنای ۲×۹۴ متر با یک دقیقه استراحت بین مراحل آن در دو گروه آزمایشی و کنترل گزارش کردند که کل زمان در گروهی که بیکربنات سدیم مصرف کرده بودند، از ۱/۹۲ به ۱/۹۴ ثانیه رسید و سرعت در ۹۴ متر اول از ۱/۵۴ به ۱/۵۶ متر بر ثانیه تغییر پیدا کرد و در نهایت مصرف بیکربنات سدیم در بهبود اجرای شناگران تأثیر داشت. در طول تمرین کوتاه مدت با شدت بالا، تجمع درون عضلانی چندین متابولیت، مانند آدنوزین دیفسفات، فسفات غیرآلی، لاکتات و یونهای هیدروژن اتفاق می‌افتد. چندین فاکتور نقش کلیدی در خستگی عضلانی در تمرین با شدت بالا بازی می‌کنند. بعضی از

اجرای ورزشکاران در رقابتهای ورزشی مستقیماً به عملکرد مطلوب عضلانی بستگی دارد. (۷) در برخی فعالیت‌های شدید، منابع انرژی عمدتاً از طریق گلیکولیز بی‌هوازی تأمین می‌شود (۸) که به دنبال آن متابولیت‌های حاصل از گلیکولیز در بدن افزایش می‌یابد و به خستگی عضلانی منجر می‌شود. (۳۴) خستگی ناتوانی در حفظ برونده توانی معین یا مورد انتظار تعریف شده است و از عواملی است که با کاهش عملکرد ورزشی، از ادامه فعالیت نیز جلوگیری می‌کند. (۹). البته، خستگی و عوامل ایجادکننده آن در فعالیت‌های بی‌هوازی و نیمه استقامتی مانند مسابقات دوچرخه سواری تیمی یا انفرادی با عوامل ایجادکننده آن در فعالیت‌های درازمدت و طاقت فرصا مانند ماراتون تفاوت دارد. در بیشتر یافته ها، در بیان علل خستگی و محل بروز آن بر مواردی مانند دستگاه‌های انرژی و پتاسیم خارج سلولی، انقباضی تار عضلانی تأکید شده است. اگرچه هنوز به‌طور قطعی معلوم نشده، اما عنوان شده است که در فعالیت‌های پیشینه‌ای مانند دوچرخه سواری، دوهای سرعت و شنا، افزایش اسید لاکتیک به‌خودی‌خود دلیلی بر بروز خستگی نیست، بلکه اسید لاکتیک تولیدشده تجزیه و به لاکتات تبدیل می‌شود. این امر موجب تجمع یون‌های هیدروژن و کاهش اسیدوز در سلولهای عضلانی می‌شود (۱۰).

در طول تمرینات بی‌هوازی فشرده با یک جزء گلیکولیتیکی بزرگ، یکی از دلایل اصلی خستگی اسیدوز ناشی از سطوح بالای یون هیدروژن (H<sup>+</sup>) در فیبرهای عضلانی است. افزایش (H<sup>+</sup>) مربوط به کاهش pH عضله و خون است، می‌تواند گلیکولیز را آهسته کند (۱۱)، با آزادسازی کلسیم از شبکه آندوپلاسمی و اتصال یون کلسیم (۱۲) تداخل کند و درک خستگی را افزایش دهد. پس از برخی از انواع تمرینات (۱۴). بدن می‌تواند از تعدادی بافر استفاده کند، اما تصور می‌شود که روش اولیه برای بافر H<sup>+</sup> بی‌کربنات یا هموگلوبین باشد (۳۷). در ۳۵ سال گذشته، مطالعات متعددی استفاده از بی‌کربنات سدیم (SB) را به عنوان یک کمک انرژی زا بررسی کرده اند. شرکت‌کنندگان اکثراً مرد بودند و اثربخشی (بهبود عملکرد و کاهش غلظت H<sup>+</sup> پس از ورزش) عموماً در دوزهای حداقل ۰٫۳ گرم در کیلوگرم-۱ توده بدن مشاهده شده است (۱۶). در پژوهش متاآنالیز توسط (۲۰) نشان می‌دهد که مصرف SB در وزن بدن ۰٫۳ - ۱۰٫۵ g·kg<sup>-1</sup> میانگین قدرت را ۲٫۰ ± ۱٫۷٪ در طول مسابقات با شدت بالا با مدت زمان کوتاه (۱۰-۱۰ دقیقه) بهبود می‌بخشد. زمان مصرف در محدوده ۶۰ دقیقه تا ۱۸۰ دقیقه قبل از ورزش بر ظرفیت بافر یا پتانسیل انرژی زای SB (۱۰٫۳ g·kg<sup>-1</sup>) توده بدن) که توسط توانایی دویدن مکرر ارزیابی می‌شود، تأثیری نداشت. با این حال، نمرات مقیاس آنالوگ بصری نشان داد که در ۱۸۰ دقیقه پس از مصرف، فرد

## اندازه‌گیری میانگین توان، اوج توان و شاخص

### خستگی:

برای انجام آزمون وینگیت، آزمودنی روی دوچرخه ارگومتر مونارک مدل E894 می‌نشست و دوچرخه طوری برای او تنظیم می‌شد که وقتی یکی از پاها در اکستنشن قرار داشت زانو کمی خم می‌شد. مقدار مقاومت دستگاه بر اساس ۷/۵ درصد وزن بدن تنظیم می‌شد و پس از فرمان رو آزمودنی به مدت ۳۰ ثانیه با حداکثر توان شروع به رکاب زدن می‌کرد. در دوره ریکاوری بدون اعمال قدرت به رکاب زدن ادامه می‌داد، در پایان آزمون شاخص های اوج توان بی‌هوازی با استفاده از نرم افزار ویژه دوچرخه کارسنج مونارک محاسبه شد (۴۲).

### اندازه‌گیری لاکتات خون:

برای اندازه‌گیری لاکتات خون، ابتدا کیت در منفذ دستگاه گذاشته می‌شد. سپس، کیت روی خون خارج شده از یکی از سر انگشتان دست قرار می‌گرفت تا خون به داخل کیت مکش شود. پس از چند ثانیه، دستگاه میزان لاکتات خون را روی صفحه نمایش می‌داد. دستگاه لاکتومتر مدل 0483CE ساخت آلمان استفاده شد.

### اندازه‌گیری قد:

قد فرد در وضعیت قائم به طوریکه دست‌ها در طرفین و کف دست‌ها به طرف ران است اندازه‌گیری شود. پاشنه‌ها به هم چسبیده باشد. هنگام اندازه‌گیری سر رو به پایین نباشد و نفس عمیق انجام شود تا انتهای اندازه‌گیری حبس نفس انجام گیرد. اندازه‌گیری قد بهتر است در صبح انجام شود چون در طول روز به علت خستگی ممکن است عضلات نگهدارنده قامت کمی افت کند.

نهایتاً از آمار توصیفی، آزمون شپرو ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون تحلیل واریانس یک طرفه جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها و آزمون تعقیبی توکی برای جایگاه تفاوت میانگین‌ها استفاده شد. از نرم‌افزار spss/21 سطح معنی‌داری  $\alpha \leq 0.05$  برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد.

### یافته‌ها

نتایج نشان داد آزمودنی‌ها از نظر متغیرهای سن، قد و وزن در یک دامنه قرار دارند. همچنین نتایج نشان داد مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین بر میانگین توان بازیکنان زن فوتسال اثر معنی‌داری دارد ( $P=0.001^*$ ).

همچنین نتایج نشان داد بین گروه کنترل با بی‌کربنات سدیم ( $P=0.020^*$ ) و بتا آلانین و بی‌کربنات سدیم ( $P=0.001^*$ ) تاثیر معناداری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تاثیر معنی‌داری وجود ندارد ( $p \geq 0.05$ ).

تئوری های معمول شامل قطع اتصال عصبی عضلانی، کاهش در آزادسازی کلسیم و باز جذب کلسیم منجر به مهار انقباض عضلانی می‌شود. تخلیه ذخایر سوختی مانند ATP، تولید رادیکالهای آزاد ناشی از فشار استرس اکسایشی و تجمع متابولیت‌هایی مانند یونهای هیدروژن و کارنوزین را افزایش میدهد. در تحقیقاتی نشان داده شده است که نقش هر یک از این مکانیسم‌های پیشنهاد شده در خستگی موثر است و همچنین بیان شده است که بتا آلانین، مقادیر کارنوزین عضله را افزایش میدهد، که میتواند به عنوان یک بافر برای کاهش اسیدیته در عضلات فعال در طول تمرین با شدت بالا عمل کند (۱).

با توجه به اهمیت مقدار Ph، خستگی و برگشت به حالت اولیه سریع تر طی فعالیت‌های ورزشی سرعتی، به نظر میرسد انجام پژوهش حاضر ضروری است. هدف کلی از انجام پژوهش حاضر بررسی مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین بر توان بی‌هوازی و سطح لاکتات خون بازیکنان زن فوتسال می‌باشد.

### روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر یک تحقیق نیمه تجربی و از نوع کاربردی بوده که به روش پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر را بازیکنان زن فوتسال حاضر در لیگ تهران با حداقل ۳ سال سابقه باشگاهی و فعالیت ورزشی مستمر و بدون داشتن سابقه بیماری و استفاده از مکمل تشکیل دادند. از بین افراد داوطلب ۴۰ نفر انتخاب و به طور تصادفی در چهار گروه کنترل (۱۰ نفر)، بی‌کربنات سدیم (۱۰ نفر)، بتا آلانین (۱۰ نفر) و بی-کربنات سدیم و بتا آلانین (۱۰ نفر) تقسیم شدند. برای انجام تحقیق ابتدا در یکی از جلسات شیوه اجرای تحقیق و نوع آن توسط محقق برای آزمودنی‌ها ارائه شد و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه سلامتی را تکمیل کرده و ویژگی‌های آنروپومتریکی قد، وزن و شاخص توده بدن آنها اندازه‌گیری شد. سپس آزمون وینگیت را برای اندازه‌گیری میانگین توان را انجام داده و سطح لاکتات خون نیز با لاکتومتر اندازه‌گیری شد. در ادامه گروه بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات بعد از هر جلسه آزمون به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم از مکمل بی‌کربنات سدیم، گروه بتا آلانین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم از مکمل بتا آلانین و گروه ترکیبی نیز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم از ترکیب بتا آلانین و بی-کربنات سدیم استفاده کرده، گروه کنترل نیز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۳ گرم دارونما (نشاسته) استفاده کردند و بعد از ۹۰ دقیقه مجدداً آزمون‌های مربوطه به عمل آمد. همچنین رژیم غذایی آزمودنی‌ها هم در حین آزمون کنترل شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد حداقل ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون هیچگونه فعالیت ورزشی سنگین و برنامه‌تمرینی نداشته باشند.

جدول ۱- نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به میانگین توان در گروه‌های آزمودنی

| میانگین توان |       |                 |            |               |            |
|--------------|-------|-----------------|------------|---------------|------------|
| Sig          | F     | میانگین مجزورات | درجه آزادی | مجموع مجزورات |            |
|              |       | ۰/۰۸۷           | ۳          | ۰/۲۶۰         | بین گروهی  |
| ۰/۰۰۱        | ۶/۳۳۱ | ۰/۰۱۴           | ۳۶         | ۰/۴۹۳         | درون گروهی |
|              |       |                 | ۳۹         | ۰/۷۵۳         | کل         |

بین گروه کنترل با بتا آلانین و گروه بتا آلانین با بی‌کربنات سدیم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

در رابطه با سطح لاکتات خون نیز نتایج نشان داد مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین بر سطح لاکتات خون بازیکنان زن فوتسال اثر معنی‌داری دارد ( $P=۰/۰۰۱^*$ ). همچنین مشخص شد



نمودار ۱- سطح لاکتات خون در پیش آزمون و پس آزمون

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به سطح لاکتات خون در گروه‌های آزمودنی

| سطح لاکتات خون |        |                 |            |               |            |
|----------------|--------|-----------------|------------|---------------|------------|
| Sig            | F      | میانگین مجزورات | درجه آزادی | مجموع مجزورات |            |
|                |        | ۶/۶۶۰           | ۳          | ۱۹/۹۸۱        | بین گروهی  |
| ۰/۰۰۱          | ۱۲/۱۱۸ | ۰/۵۵۰           | ۳۶         | ۱۹/۷۸۶        | درون گروهی |
|                |        |                 | ۳۹         | ۱۹/۹۱۴        | کل         |

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به شاخص خستگی در گروه‌های آزمودنی

| شاخص خستگی |        |                 |            |               |            |
|------------|--------|-----------------|------------|---------------|------------|
| Sig        | F      | میانگین مجزورات | درجه آزادی | مجموع مجزورات |            |
|            |        | ۴/۶۰۷           | ۳          | ۱۳/۸۲۲        | بین گروهی  |
| ۰/۰۰۱      | ۲۷/۲۲۶ | ۰/۱۶۹           | ۳۶         | ۶/۰۹۲         | درون گروهی |
|            |        |                 | ۳۹         | ۱۹/۹۱۴        | کل         |

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه کنترل با بتا آلانین اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

### بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر مشخص شد مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین بر میانگین توان بی‌هوازی تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین، نتایج نشان داد که بین گروه کنترل با بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین و بی‌کربنات سدیم اختلاف معنی‌داری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این یافته با نتیجه تحقیق احمدی و همکاران (۱۳۹۳) و حایری و همکاران (۱۳۸۹) که نشان دادند بی‌کربنات سدیم بر توان بی‌هوازی زنان تأثیر دارد اما از نظر آماری معنی‌دار نیست غیر همسو است. در این رابطه می‌توان عنوان کرد از جمله موارد موثر بر نتایج تحقیق می‌توان به نوع آزمودنی اشاره کرد که همین مورد احتمالاً دلیل اصلی اختلاف نتیجه دو تحقیق باشد. زیرا تحقیق احمدی و همکاران بر روی زنان کاراته‌کار، تحقیق حایری بر روی دانشجویان دختر و تحقیق حاضر بر روی زنان فوتسال‌بست انجام شده است. یافته فوق همچنین با نتیجه تحقیقات میناسیان و همکاران (۱۳۹۲) و شریفی و همکاران (۱۳۹۲) که نشان دادند بی‌کربنات سدیم یا بتا آلانین بر توان بی‌هوازی ورزشکاران تأثیر معنی‌داری دارد، همسو است. میکالسکی و همکاران (۲۰۲۰) ذکر کردند که مکمل‌های حاد و مزمن بی‌کربنات سدیم بر عملکرد ورزشکاران حاکی روی چمن تأثیر مثبت دارد علاوه بر این، پروتکل مزمن منجر به افزایش توان بی‌هوازی می‌شود و پروتکل حاد به طور قابل توجهی بر ظرفیت بافر تأثیر می‌گذارد. در تحقیق گجوتی و همکاران (۱۳۹۹) بهبود ظرفیت بی‌هوازی مردان دوچرخه‌سوار نخبه و غیرنخبه متعاقب مصرف حاد مکمل بی‌کربنات سدیم مشاهده شد می‌توان اثربخشی بی‌کربنات سدیم را بدون توجه به سطح آمادگی یا ظرفیت تامپونی عضلات ورزشکاران محتمل دانست. در مطالعه صفری و همکاران (۱۳۹۸) مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم توان بی‌هوازی را در گروه مزاج گرم افزایش و شاخص خستگی را در گروه مزاج سرد بیش از گروه مزاج گرم به‌طور معناداری کاهش داد.

در رابطه با یافته تحقیق حاضر می‌توان ادعان کرد که بی‌کربنات ممکن است قادر باشد بیشتر اسید تولید شده در داخل سلول‌های ماهیچه‌ای را به خون منتقل کرده و در نتیجه سطح اسیدیتته داخل سلول‌های عضلانی را کاهش دهد. این موضوع به نوبه خود می‌تواند بروز خستگی را به تأخیر بیاورد (بورک؛ ۲۰۰۰). افزایش PH خارج سلولی و بی‌کربنات بالاتر  $H^+$  را افزایش داده و در

نتیجه اسید لاکتیک از عضلات فعال خارج می‌شود. این موضوع به خاطر افزایش در فعالیت انتقال اسید لاکتیک /  $H^+$  است، که باعث افزایش شیب داخل سلولی / خارج سلولی  $H^+$  در زمان انقباض و ریکاوری می‌شود. پیشنهاد شده است که این مکانیزم باعث کاهش خستگی عضلانی، تأخیر در کاهش سطح pH شده و منجر به ظرفیت انقباضی بیشتر بافت عضلانی درگیر با استفاده از افزایش تولید ATP گلیکولیتیک عضله می‌شود. ثابت شده است که همه این آشفستگی سوخت و ساز بدن این مفهوم را می‌رسانند که تغییر در متابولیسم عضله به سمت تولید انرژی بی‌هوازی، مزایای ویژه‌ای در طول ورزش با شدت بالا دارد (رکونا و همکاران؛ ۲۰۰۵). مصرف مقدار کافی از بی‌کربنات سدیم (جوش شیرین) قبل از تمرین با شدت بالا باعث می‌شود عضلات و خون در طول این فعالیت کمتر اسیدی شده و عملکرد فیزیکی افزایش یابد (مک‌ناوگتون و همکاران؛ ۱۹۹۷). بنابراین تأثیر بی‌کربنات سدیم بر میانگین و اوج توان منطقی به نظر می‌رسد.

از طرف دیگر مشخص شده است که برخلاف بافرهای سلولی دیگر، غلظت کارنوزین تغییرات زیادی میان عضلات از گونه‌های مختلف را نشان می‌دهد. سول و همکاران (۱۹۹۲) گزارش دادند که غلظت کارنوزین در تار عضلانی تند انقباض اسب بیشتر است. پارک هاوس و همکاران (۱۹۸۵) نشان دادند که قهرمانان دو سرعت و ورزشکاران درگیر در ورزش‌های شدید در مقایسه با دوندگان ماراتون و افراد غیر ورزشکار ظرفیت عضلانی بافری بیشتری دارند، بنابراین، افزایش کارنوزین روشی برای بافری درون سلولی طی فعالیت ورزشی است و وسیله‌ای برای افزایش ظرفیت و توان عملکرد فعالیت ورزشی شدید است (اسلام‌دوست، ۱۳۹۱). در مطالعه العیسی و همکاران (۲۰۲۲)، نشان داند چهار هفته تمرین قدرتی همراه با مکمل بتا آلانین تأثیر مفیدی بر عملکرد توان بی‌هوازی و سطح کارنوزین بازیکنان بوکسور داشت. با توجه به مطالب فوق تأثیر بیشتر گروه ترکیبی بر توان بی‌هوازی در مقایسه با سایر گروه‌ها منطقی به نظر می‌رسد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین سطح لاکتات خون (۱۶/۱۸ درصد) تأثیر معنی‌داری دارد. این یافته با نتیجه تحقیقات احمدی و همکاران (۱۳۹۳) و میناسیان و همکاران (۱۳۹۲) غیر همسو است. که دلیل اصلی اختلاف با نتیجه تحقیق حاضر اختلاف در میزان استفاده از مکمل و آزمودنی‌های تحقیق می‌باشد. بطوریکه تحقیقات مختلف از یکی از مکمل‌های بتا آلانین یا بی‌کربنات سدیم استفاده کرده‌اند اما تحقیق حاضر از هر دو مکمل استفاده کرده است. میراندا و همکاران (۲۰۲۲) خاطر نشان کردند که مکمل بی‌کربنات سدیم



۲۰۱۲). سیستم بافر بی‌کربنات اسید هیدروکلوریک را به اسید کربنیک خیلی ضعیف‌تر ( $H_2CO_3$ ) بوسیله ترکیب با بی‌کربنات سدیم ( $NaHCO_3$ ) تبدیل می‌کند. سپس یون بی‌کربنات ( $HCO_3^-$ ) با  $H^+$  ترکیب شده و تشکیل اسید کربنیک می‌دهد ( $H_2CO_3$ )، که سپس می‌تواند به  $CO_2$  و آب تجزیه شود (فیتزپاتریک، ۲۰۱۲). بدین ترتیب از تشکیل اسید لاکتیک جلوگیری می‌کند. در همین رابطه ون‌مونفورث و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) تایید کرده‌اند که افزایش PH خارج سلولی و بی‌کربنات بالاتر  $H^+$  را افزایش داده و در نتیجه اسید لاکتیک از عضلات فعال خارج می‌شود. این موضوع به خاطر افزایش در فعالیت انتقال اسید لاکتیک/ $H^+$  است، که باعث افزایش شیب داخل سلولی/خارج سلولی  $H^+$  در زمان انقباض و ریکاوری می‌شود. از طرف دیگر بتا آلانین در بدن ابتدا به کارنوزین شکسته می‌شود. کارنوزین به عنوان یک بافر برای یون‌های هیدروژن عمل کرده و مانع از انباشته شدن آنها در عضله می‌شود. بنابراین از تولید و تجمع اسید لاکتیک در بدن جلوگیری می‌کند. مجموع مطالب گفته شده ممکن است دلیل احتمالی یافته فوق باشند. به‌طور کلی، براساس نتایج این پژوهش میتوان گفت که مصرف بیکربنات سدیم و بتا آلانین موجب افزایش معنادار در توان بی‌هوایی بازیکنان شد. از آنجا که در سطوح بالای مسابقات ورزشی، اختلاف بین تیم‌های قهرمان بسیار ناچیز و کم است، حتی یک عامل تأثیرگذار کوچک شاید بتواند تعیین‌کننده نتیجه یک رقابت ورزشی باشد. باتوجه به نتایج حاصل پیشنهاد میشود ضمن اجرای تحقیقات بیشتر در زمینه مکمل گیری بیکربنات و بتا آلانین در ورزشکاران رشته‌های تیمی دیگر، در ورزشکاران زن نیز تحقیقات مشابهی اجرا و مورد بررسی شود تا اطلاعات سودمند و تکمیلی بیشتری به دست آید نتایج نشان داد که مکمل یاری بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین بر میانگین توان، اوج توان، شاخص خستگی و سطح لاکتات خون بازیکنان زن فوتسال اثر معنی‌داری دارد بنابراین استفاده سینرژیک این مکمل‌ها در بازیکنان توصیه می‌شود.

## References

zare, B., koorosh fard, N., nemati, J., daryanoosh, F. The Effect of Acute Different  $\beta$ -alanine Dosage on Functional Measures During 1km Time Trial Test in Female Athlete. *Journal of Sport Biosciences*, 2021; 12(4): 425-436. doi: 10.22059/jsb.2020.304212.1406

Eshaghian, A., gaeini, A., ravasi, A. Effects of acute Sodium Bicarbonate supplementation on anaerobic performance and lactate response of healthy trained men. *journal of motor and behavioral sciences*, 2020; 3(3): 313-319.

تأثیر معنی‌داری بر تغییر لاکتات خون ( $p=0.06$ ) ورزشکاران رزمی مورد مطالعه داشت. با این حال، معیارهای عملکرد (امتیاز تلاش درک شده، قدرت، و عملکرد خاص) تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ( $p>0.05$ ). در پژوهشی گائینی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که مصرف کوتاه مدت ی کربنات سدیم میتواند به کاهش پاسخ لاکتات به فعالیت ورزشی و افزایش توان میانگین بی‌هوایی کمک کند، ولی بر اوج توان بی‌هوایی اثر معناداری ندارد. در همین رابطه شریفی و همکاران (۱۳۹۲) تحقیقی تحت عنوان تأثیر مصرف بی‌کربنات سدیم بر عملکرد بی‌هوایی مردان غیر ورزشکار انجام داده و نتیجه گرفتند بین مصرف بی‌کربنات سدیم و پلاسیبو روی متغیر اسیدلاکتیک تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین سطح لاکتات گروه آزمایش پس از مصرف بی‌کربنات سدیم نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری از خود نشان داد که با یافته تحقیق حاضر همسو است. در مطالعه هالز و همکاران، (۲۰۲۲) مشاهده شد که مکمل‌سازی مزمن بتا آلانین به طور موثری عملکرد بالاتنه و پایین تنه متناوب با شدت بالا را در ورزشکاران جودوی بسیار تمرین‌کرده افزایش می‌دهد. همچنین نتیجه تحقیقات اسفرجانی و همکاران (۱۳۹۱)، محمدپوریقینی و همکاران (۱۳۸۹)، باریش کاراولی‌اقلو و همکاران (۲۰۱۶) و زارعیان و ساعدموشی (۲۰۱۵) که نشان دادند بی‌کربنات سدیم و بتا آلانین به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر بر لاکتات خون ورزشکاران تأثیر دارند با یافته تحقیق حاضر همسو هستند.

در تبیین یافته تحقیق حاضر هم می‌توان عنوان کرد بافرها شامل ترکیب یک اسید ضعیف با یک اسید پایه هستند یا یک اسید پایه ضعیف با اسید پیچیده هستند. سیستم‌های بافر در بدن بطور شیمیایی به تغییرات در  $H^+$  واکنش نشان می‌دهند و بنابراین تغییرات در PH را به حداقل می‌رسانند. از مهم‌ترین بافرها می‌توان بی‌کربنات را نام برد. سیستم بافر بی‌کربنات مهم‌ترین سیستم بافری در مایعات خارج سلولی است. بافر بی‌کربنات به دلیل غلظت بالای آن در پلاسما و همچنین به دلیل تنظیم،  $CO_2$  و  $HCO_3^-$ ، بوسیله شش‌ها و کلیه‌ها مورد توجه قرار دارد (فیتزپاتریک،

Mohammadi Gajvati, A., Nikokheslat, S., Vakili, J., Amirsasan, R. Effects of acute sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance in elite and non-elite male cyclists. *Journal of Sport and Exercise Physiology*, 2020; 13(1): 57-69. doi: 10.52547/joeppa.13.1.57

Safari, M., Koushkie Jahromi, M., Khormae, F., Salehi, A. The Effect of Temperament Type and Sodium Bicarbonate Supplementation on Anaerobic Power and Fatigue Index. *Sport Physiology & Management Investigations*, 2019; 11(1): 157-170.

- mohammadpour, H., Poozesh, J., Azai, K., Poozesh, R. The Effect of sodium bicarbonate supplementation on lactic acid, ammonia and exercise performance in 400 meter male runners. *Journal of Sport Biosciences*, 2010; 2(4): 79-92.
- Wilmore, J. Castile. *Physiology of exercise and physical activity*. Volume 1, 8th edition, Mobatkaran Publications; 2016 pp: 280.
- Jones AM, Vanhatalo A, Burnley M, Morton RH, Poole DC. Critical power: implications for determination of  $\dot{V}O_2\text{max}$  and exercise tolerance. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(10):1876-1890. doi:10.1249/MSS.0b013e3181d9cf7f
- Mueller SM, Gehrig SM, Frese S, et al. Multiday acute sodium bicarbonate intake improves endurance capacity and reduces acidosis in men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2013 Mar;10(1):16. DOI: 10.1186/1550-2783-10-16. PMID: 23531361; PMCID: PMC3623762.
- Maughan rj, Gleeson m, Greenhaff pl. *Biochemistry of exercise and training*. oxford university press. 1997. Pp:80\_90
- kenney wl, wilmore j, costill d. *Physiology of sport and exercise*. 6th edition: human kinetics. 2015. Pp:40-50
- Sutton, John R., Norman L. Jones and Cornelius J. Toews. Effect of PH on muscle glycolysis during exercise. *Clinical science* 61 3 (1981): 331-8 .
- Fabiato, A, and F Fabiato. "Effects of pH on the myofilaments and the sarcoplasmic reticulum of skinned cells from cardiac and skeletal muscles." *The Journal of physiology* vol. 276 (1978): 233-55. doi:10.1113/jphysiol. sp012231
- Zajac A, Cholewa J, Poprzecki S, Waskiewicz Z, Langfort J. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. *J Sports Sci Med*. (2009) Mar 1;8(1):45-50. PMID: 24150555; PMCID: PMC3737792.
- Swank AM, Robertson RJ. Effect of induced alkalosis on perception of exertion during exercise recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*. (2002) Nov;16(4):491-499. DOI: 10.1519/1533-4287(2002)016<0491:eoiaop>2.0.co;2. PMID: 12423176.
- McNaughton LR. Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of various durations. *Journal of Sports Sciences*. 1992 Oct;10(5):425-435. DOI: 10.1080/02640419208729941. PMID: 1331494.
- Jones, Norman L., John R. Sutton, R S Taylor and Cornelius J. Toews. "Effect of pH on cardiorespiratory and metabolic responses to exercise." *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology* 43 6 (1977): 959-64 .
- Siegler, Jason C, and Damien O Gleadall-Siddall. "Sodium bicarbonate ingestion and repeated swim sprint performance." *Journal of strength and conditioning research* vol. 24,11 (2010): 3105-11. doi:10.1519/JSC.0b013e3181f55eb1
- Halz, M, Kaszuba, M., Helbin, J., Krzysztofik, S., Suchanecka, A. & Zajac, A. Beta-alanine supplementation and anaerobic performance in highly trained judo athletes. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 14 (2) (2021). Article 1. Zugriff am 05.07.2022 unter <https://doi.org/10.29359/BJHPA.14.2.01>
- Wilkes D, Gledhill N, Smyth R. Effect of acute induced metabolic alkalosis on 800-m racing time. *Medicine and science in sports and exercise* vol. 15,4 (1983): 277-80. doi:10.1249/00005768-198315040-00004
- Amelia, J., Carr., Amelia, J., Carr., Will, G., Hopkins., Christopher, J., Gore., Christopher, J., Gore. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis.. *Sports Medicine*, (2011);41(10):801-814. doi: 10.2165/11591440-000000000-00000
- Siegler, Jason C.1; Marshall, Paul W.M.1; Bray, James2; Towlson, Chris2. Sodium Bicarbonate Supplementation and Ingestion Timing: Does It Matter?. *Journal of Strength and Conditioning Research*: July 2012 - Volume 26 - Issue 7 - p 1953-1958  
doi: 10.1519/JSC.0b013e3182392960
- Mattison, Siobhán M. Adopted daughters and adopted daughters-in-law in Taiwan: a mortality analysis. *Royal Society Open Science* 5 (2018):.DOI:10.1098/rsos.171745Corpus ID: 4833713
- Mihri Baris Karavelioglu ,Detection of the Effects of Sodium Bicarbonate Supplement on Blood Lactate and Heart Rate Values of Female Futsal Players Before and After(2014): *The Anthropologist*, 18:3, 745-749, DOI:10.1080/09720073.2014.11891605
- Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM, Adrian J, Kamińska J, Podgórski T. The influence of progressive-chronic and acute sodium bicarbonate supplementation on anaerobic power and specific performance in team sports: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover study. *Nutrition & Metabolism*. 2020 ;17:38. DOI: 10.1186/s12986-020-00457-9. PMID: 32489393; PMCID: PMC7245907.
- Miranda, W.A.S., Barreto, L.B.M., Miarka, B. Can Sodium Bicarbonate Supplementation Improve Combat Sports Performance? A Systematic Review and Meta-analysis. *Curr Nutr Rep* 11, 273–282 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13668-022-00396-2>
- Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J, Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018 Aug

- 1;15(1):38. doi: 10.1186/s12970-018-0242-y. PMID: 30068354; PMCID: PMC6090881.
- Halz, M., Kaszuba, M., Helbin, J., Krzysztofik, S., Suchanecka, A. & Zajac, A. Beta-alanine supplementation and anaerobic performance in highly trained judo athletes. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, (2021). 14 (2), Article 1. Zugriff am 05.07.2022 unter <https://doi.org/10.29359/BJHPA.14.2.01>
- Karavelioğlu, M.B., Harmanci, H., Kaya, M., & Kalkavan, A. Effects of sodium bicarbonate ingestion on lactate steady state responses in female futsal players. *Journal of physical education and sport*, (2016) 7, 26-31. DOI:10.5897/JPESM2016.0260
- Bishop, David; Edge, Johann; Davis, Cindy; Goodman, Carmel. Induced Metabolic Alkalosis Affects Muscle Metabolism And Repeated-Sprint Ability. *Medicine & Science In Sports & Exercise*: (2004) - Volume 36 - Issue 5 - P 807-813  
Doi: 10.1249/01.Mss.0000126392.20025.17
- Burke, Louise M. The IOC consensus on sports nutrition: new guidelines for nutrition for athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism* vol. 13,4 (2003): 549-52. doi:10.1123/ijsnem.13.4.549
- Smith, A. E., Walter, A. A., Graef, J. L., Kendall, K. L., Moon, J. R., Lockwood, C. M., Fukuda, D. H., Beck, T. W., Cramer, J. T., & Stout, J. R. Effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, (2009). 6, 5. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-5>
- Fitzpatrick, Paula A.. The effects of acute and chronic sodium bicarbonate supplementation on high-intensity intermittent performance, recovery and subsequent performance in rugby union players. Published 1 November (2012)a  
Medicine. Corpus ID: 68000256
- gleadall- siddall, damien o.; siegler, jason c. Sodium bicarbonate ingestion and repeated swim sprint performance. *Journal of strength and conditioning research*; (2010). 24: 3105-3111. Doi:10.1519/jsc.0b013e3181f55eb1corpus id: 20030333
- graemel l, tony ashton, anne mc ardle, don p.m. Maclaren. The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction induced muscle injury. *Comparative biochemistry and physiology*. (2005)Part a(142): 257-266. Doi:10.1016/j.cbpa.2005.08.005corpus id: 31186087
- jason m. Cholewa, david j. Grannis, daniel a. Jaffe, lucas guimarães-ferreira, tracy d. Matthews, vincent j. Paolone. The effects of sodium bicarbonate supplementation on a soccer specific conditioning test in division iii soccer players. *Journal of trainology*, (2015) 4: 19-24. Doi:10.17338/trainology.4.1\_19corpus id: 56371726
- jordan t, lukaszuk j, misic m, umoren j. Effect of beta-alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (obla) during treadmill running: pre/post 2 treatment experimental design.. *J int soc sports nutr*. (2010); 7: 20.published online 2010 may 19. Doi: 10.1186/1550-2783-7-20
- mcaughton, l, backx, k., palmer, g. & strange, n. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *Eur j appl physiol occup physiol*, (1997). 80, 333-6. Doi 10.1007/s004210050600
- nielsen hb, bredmose pp, stromstad m, volianitis s, quistorff b, secher nh. Bicarbonate attenuates arterial desaturation during maximal exercise in humans. *Journal appl. Physiol*. (2002). 93(2): pp:724-31.
- requena b, zabala m, padial p. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids, *journal of strength and conditioning research*, (2005)vol. 19, no. 1, pp. 213-224.
- soer r, geertzen jh, van der schans cp, groothoff jw, reneman mf. Can muscle soreness after intensive workrelated activities be predicted? *Clinica journal of pain*. (2009). 25(3):239-
- zareyan z, saedmocheshi s. Effect of sodium bicarbonate supplementation before exhaustive activity on physiological parameters of fatigue in conscripts: a study in sanandaj, iran. *Amhsr*; (2015). 13:62-66. Corpus id: 31857594
- Vazgem Minaseyan; Majid Eslami; Mehdi Sabaghe langroudi. The Effect of Sodium Bicarbonate Supplement on Anaerobic Power and Blood Lactate Level of Futsal Players. *Journal of Sport Biosciences*, (2013) 1, 16, 2013, 19-5. doi: 10.22059/jsb.2013.30454