Journal of
Sport Biomechanics

Autumn 2022. Vol 8. Issue 3

Research Paper

Design and Manufacture of Antimicrobial New Sport Shoes Using Nano-silver to Prevent Germs and Viruses

***Farzad Nobakht [1], Ehsan Fakhri Mirzanagh[1], Negar Ashrafi [2], Poya Fakhraipour[3]**

1. Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Department of Mathematics, Faculty of Mathematics, Gilan University, Gilan, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Nobakht F et al. [Design and Manufacture of Antimicrobial New Sport Shoes Using Nano-silver to Prevent Germs and Viruses (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2022; 8 (3) :200-212. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech. 8.3.326.2

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech. 8.3.326.2

CC BY NC

Article Info:

Received: 24 May 2022
Accepted: 10 Dec 2022
Available Online: 21 Dec 2022

Keywords:

New shoes, Anti-microbial, Nanosilver

ABSTRACT

Objective Exercise is done for various purposes among athletes and the general public. One of the main problems in sports venues, especially with the spread of the corona virus, which has led to a threat to the health of the athlete community, is the presence of dangerous and pathogenic microorganisms such as germs, viruses, bacteria, etc. Therefore, the aim of the present study is to design and manufacture new antimicrobial shoes using nano-silver in order to prevent the spread of germs and viruses in the community of athletes.

Methods The present study is an applied research carried out for designing and manufacturing new antimicrobial shoes using nano-silver in order to prevent the spread of germs and viruses in the athlete community.

Results The results showed that the resistance of nanosilver solution at concentrations of 75, 50, 25 ppm against E. coli continues with a decrease of 70, 90 and 97.88%, respectively. The results also indicated that in concentrations of 50 and 75 the reduction in S. aureus bacteria is 70% and 90%, respectively. Moreover, the research findings demonstrated that from 100 ppm onwards, the reduction of S. aureus bacteria appears up to 99.99%.

Conclusion The use of nano-silver in the design and manufacture of sports shoes to prevent and control many microbes and viruses can be useful.

*** *Corresponding Author:***
Farzad Nobakht
Address: Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Tel: +98 (912) 6037432
E-mail: nobakht.farzad@uma.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Exercises are done by the general public for various purposes. Having never experienced such a situation before, the sports community is facing a different situation with the sudden spread of the Corona virus, as all aspects of human life have undergone fundamental changes. Children in sports have been severely affected by the COVID-19 crisis in a way that has never been seen before (1). All physical activities and group sports were suddenly restricted in many countries with the spread of coronavirus and were often transferred to exercise at home (2). Nanoparticles have new and improved properties compared to larger particles and bulk materials due to their size, particle distribution and morphology. Studies show that silver nanoparticles are superior to other metals in many fields. The main properties of silver nanoparticles are: non-allergenicity, high stability, hydrophilicity, environmental compatibility, heat resistance, non-creation or increase of resistance and compatibility in microorganisms (4), also, high ability to add to fibers, Polymers, ceramics, stones, and dyes have the same properties without changing the properties of the material.

Cook et al. Prepared silver nanoparticles with an average particle size of 37 nm by microwave irradiation and investigated the antibacterial properties of nanoparticles at five different concentrations. The results showed that the antibacterial property of these nanoparticles is higher against gram-positive bacteria than gram-negative (7). Studies have also shown that polymer nanocomposites containing silver nanoparticles have high thermal stability and long-lasting antibacterial activity, and yet are not toxic to human cells and tissues. Besides, these nanocomposites are a good choice for killing many species of bacteria and fungi (8). Sweating during sports activities creates a suitable environment for the growth of bacteria and bad odor. Staphylococcus aureus is common bacteria in the sports community that causes infectious diseases. Therefore, sports equipment such as antibacterial sports clothes can protect athletes from microorganisms and unpleasant odors and at the same time prevent fiber damage and decay (10).

Based on the research conducted at the Hohenstein Institute, Germany, the most important measure to eliminate bacteria in sports clothes is to create antibacterial properties in them, and this effect should be permanent. On the other hand, elimination of skin reactions (allergy, irritation) or negative effects on skin microflora should also be considered (8).

There are some reports that evaluate the environmental risks of clothes containing silver, and the concentration of nano silver is kept as a critical factor to prevent the risks in the minimum range (9). It has been emphasized that the use of nano in the design of sports clothes according to the standard concentration should be considered; otherwise, the use of silver sports clothes should be minimized (11).

Therefore, according to the mentioned cases, the development of new sports equipment has created a new revolution in all sports competitions and engineers who are developing sports equipment to increase and improve the performance of athletes. By examining some of the major influences related to the development of sports equipment, many advances have taken place through the engineering of materials used in the construction of sports equipment (13, 12). Also, other chemical nanocomposites such as nano-titanium reinforced with fibers which are materials with light weight, high resistance, and with unique design and features, have been widely used in sports equipment (14).

On the other hand, humanity is living in an exceptional time in the era of Covid-19, not because it is involved in a global disease, as it has witnessed global diseases several times in the past, sometimes with even more devastating results such as the Black Death (1333-1340) or the plague epidemic in the 16th century, but because many industries have been closed and, and sports travels have been restricted. Studies have shown that Covid-19 causes emotional distress and disorders in athletes. (15), in addition, this disease or its secondary damages can also be very important for participating in sports and especially for bearing the sports load and the physical load of sufferers, especially in high-performance sports; therefore, the significant effects of Covid-19 on the performance capacity of athletes cannot be rejected (16). Thus, the aim of the present study is to design and manufacture new antimicrobial shoes using nano-silver in order to prevent germs and viruses in the community of athletes.

2. Methods

The present study is an applied and laboratory type of research for designing and manufacturing new antimicrobial shoes using nano-silver in order to prevent the spread of germs and viruses in the athlete community. Initially, in order to antimicrobize sports shoes to control and prevent germs and viruses, 1 pair of Shima model sports shoes made in Iran were prepared. To prepare the samples, first different percentages of nano-silver solution including 25, 50, 75 to 100 ppm were prepared and then different parts of the sample sports shoes were cut in the dimensions of 5 x 5 cm2. In this study, due to the specific type of sample, the spray method was used to add antimicrobial compounds. To perform the test, the processed samples were separated and prepared for antibacterial test by cutting them into discs with a diameter of one centimeter. They were then sterilized using UV rays. The samples were then placed in 1 ml of Müller-Hinton broth medium for 24 hours. The supernatant was then isolated and evaluated as a sample extract. Counting the number of bacterial colonies and bacterial colonies of the control sample, the amount of bacterial reduction was calculated using the following formula.

$C= A-B \times 100 \div A$

A stands fo the number of primary bacteria (CFU / ML); B indicates the number of bacteria after proximity and C (CFU / ML) shows the percentage of bacterial reduction. Also, a positive control group (culture medium with bacteria) and a negative control group (culture medium and test material) were considered. After the desired time, 5 µl of the suspension was obtained on Mulherington culture medium. Agar was cultured and incubated for 24 hours at 37 ° C.

3. Results

The results of the present study, as can be seen in Table 1, had a minimum nanoparticle solution error of 0.025 (25 ppm) with 50% bactericidal properties, although this value was obtained by bacterial colony count (CFU / ML1.8 × 104) of a type of Staphylococcus aureus.

Based on the results, the concentration of S. aureus was reduced by 70 and 90% from 50 and 75 ppm, respectively. Also, the results showed that from 100 ppm onwards, the reduction of S. aureus was 99.99%. The results also showed that the resistance of nanosilver solution at concentrations of 75, 50, 25 ppm against E.coli bacteria continues with a decrease of 70, 90 and 97.88%, respectively. Moreover, the results show S. aureus is reduced from 99 ppm to 99.78, which is also a problem. From 100 ppm, the color changes from yellow to brown. as a result of an oxidation reaction; however, this is not the case at very low concentrations. We tried to use a thinner nanosilver suspension in antibacterial tests to save on the color of the supplement while saving on the consumption of additives.

4. Conclusion

The use of nano-silver in the design and manufacture of sports shoes to prevent and control many microbes and viruses can be an effective intervention.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

طراحی و ساخت کفش ورزشی جدید آنتی میکروب با استفاده از نانو نقره به منظور پیشگیری از میکروب‌ها و ویروس‌ها

*فرزاد نوبخت[۱]، احسان فخری میرزانق[۱]، نگار اشرفی[۲]، پویا فخرایی پور[۳]

۱. گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. گروه ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۳ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۹ آذر ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۳۰ آذر ۱۴۰۱

کلید واژه‌ها:
کفش جدید، آنتی میکروب، نانو نقره

چکیده

هدف ورزش در بین ورزشکاران و عموم افراد جامعه به مقاصد مختلفی صورت می‌گیرد. یکی از مشکلات اساسی که فضاهای ورزشی علی الخصوص با شیوع ویروس کرونا که منجر به تهدید سلامتی جامعه ورزشکاران شده وجود میکروارگانیسم‌های خطرناک و بیماری‌زا مانند میکروب‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها و ... است، لذا هدف از پژوهش حاضر طراحی و ساخت کفش جدید آنتی‌میکروب با استفاده از نانو نقره به منظور پیشگیری از میکروب‌ها و ویروس‌ها در بین جامعه ورزشکاران نیز می‌باشد.

روش‌ها پژوهش حاضر از نوع کاربردی و آزمایشگاهی به منظور طراحی و ساخت کفش جدید آنتی میکروب با استفاده از نانو نقره به منظور پیشگیری از میکروب ها و ویروس‌ها در بین جامعه ورزشکاران نیز می‌باشد.

یافته‌ها نتایج پژوهش نشان داد، مقاومت محلول نانونقره در غلظت‌های ۷۵،۵۰،۲۵ ppm در برابر باکتری E.coli به ترتیب با کاهش ۷۰، ۹۰ و ۹۷/۸۸ درصدی ادامه می‌یابد، نتایج نشان داد، از غلظت ۵۰ و ۷۵ ppmکاهش باکتری S.aureus به ترتیب به میزان ۷۰ و ۹۰ درصد می‌باشد، همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد، که از غلظت ۱۰۰ ppm به بعدکاهش باکتری S.aureus به میزان ۹۹/۹۹ درصد ادامه می‌یابد.

نتیجه‌گیری استفاده از نانو نقره در طراحی و ساخت انواع کفش‌های ورزشی به منظور پیشگیری و کنترل بسیاری از میکروب‌ها و ویروس‌ها می‌تواند مفید واقع گردد.

*نویسنده مسئول:
فرزاد نوبخت
آدرس: گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
تلفن: ۶۰۳۷۴۳۲ (۹۱۲) ۹۸+
ایمیل: nobakht.farzad@uma.ac.ir

مقدمه

پرداختن به ورزش در بین عموم مردم جامعه به مقاصد مختلفی صورت می‌گیرد. جامعه ورزش با حضور ناگهانی ویروس کرونا، درحال مواجهه با شرایطی متفاوت است، که تاکنون چنین شرایطی را تجربه نکرده بود و تمام ابعاد زندگی بشریّت با دگرگونی زیربنائی رو به رو شده این دگرگونی‌ها موجب سردرگمی و ترس در جامعه ورزشکاران علی الخصوص قشر کودکان شده بخش ورزش به شدّت تحت تأثیر بحران COVID-19 قرار گرفته است و به گونه‌ای که قبلاً هرگز دیده نشده بود (۱). تمام فعالیّت‌های بدنی و ورزش‌های گروهی با فراگیری کرونا ویروس به طور ناگهانی در بسیاری از کشورها محدود شد و اغلب به اجرای حرکات تمرینی در منزل منتقل می‌شوند (۲). همچنین افزایش عملکرد و کارایی محصولات ورزشی سال‌هاست که شناخته شده است و فناوری نانو مسیرهای جدیدی را برای تولید محصولات ورزشی کاربردی باز کرده است (۳). اماکن ورزشی امروزی با استفاده از نانو مواد در ساخت استادیوم‌های ورزشی از سقف و کف تا دیوارها و شیشه‌ها به طرز چشمگیری تغییر کرده‌اند. لایه‌های نانو با مقاومت بالاتر در برابر آب و رطوبت بر روی کف و دیوار ورزشگاه‌ها اعمال می‌شود که از ایجاد زنگ‌زدگی و نقص جلوگیری می‌کند، تمیزی طولانی مدت خود را حفظ می‌کند و عمر مفید آن‌ها را افزایش می‌دهد (۳).

نانو ذرات نقره به دلیل خواص منحصر به فرد خود در کاربردهای متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، محصولات مبتنی بر نانو نقره مانند پانسمان زخم، لوازم آرایشی و پوشش های ضد میکروبی اکنون در بازار موجود است (۴). نانو ذرات با توجّه به اندازه، توزیع ذرات و ریختشناسیشان دارای خواصّی نوین و بهبود یافته نسبت به ذرات بزرگتر و مواد توده‌ای هستند پژوهش‌های انجام گرفته نشان می‌دهند که نانو ذرات نقره در بسیاری از زمینه‌ها نسبت به دیگر فلزات دارای برتری هستند (۵). خواصّ عمده نانو ذرات نقره عبارتند از: ایجاد نکردن حساسیت، پایداری زیاد، آب دوست بودن، سازگاری با محیط زیست، مقاوم در برابر حرارت، عدم ایجاد یا افزایش مقاومت و سازگاری در میکروارگانیسم‌ها. همچنین، قابلیّت زیاد در اضافه شدن به الیاف، پلیمرها، سرامیک‌ها، سنگ‌ها، و رنگ‌ها بدون تغییر دادن خواصّ ماده دارند (۴). خاصیّت ضدمیکروبی نانوذرات نقره باعث گسترش کاربردهای آن در حوزه‌های نساجی، صنایع رنگ، سرامیک، داروسازی،کشاورزی، دامپروری، بسته بندی مواد غذایی و لوازم آرایشی- بهداشتی شده است (۶). کوک و همکاران نانوذرات نقره را با میانگین اندازه ذرات ۳۷ نانومتر با روش تابش مایکرو ویو تهیه و خاصیّت ضد باکتریایی نانوذرات را در پنج غلظت متفاوت بررسی کردند. نتایج نشان دادند که خاصیّت ضد باکتریایی این نانوذرات در مقابل باکتری باگرم مثبت نسبت به گرم منفی بیشتر است (۷). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نانوکامپوزیت‌های پلیمری حاوی نانوذرات نقره، پایداری بالا و فعالیت ضدباکتریایی طولانی مدت دارند و با این حال، برای سلول‌ها و بافت‌های انسانی سمی نیستند. همچنین، این نانوکامپوزیت‌ها انتخابی مناسب برای از بین بردن گونه‌های متعددی از باکتری‌ها و قارچ‌ها هستند (۸). بر اساس مطالعه رمضانی و همکاران نانو ذرات نقره با غلظت پایین از قابلیت مناسبی برای از بین بردن ویروس ویرمی ماهی بهار کپور هست، و می‌تواند به عنوان یک عامل ضد ویروسی مناسب در مهار عفونت حاصل از SVCV در آبزی پروری مدنظر قرار گیرد (۹). تعریق در حین فعالیت‌های ورزشی محیط مناسبی را برای رشد باکتری‌ها و بوی بد ایجاد می‌کند. استافیلوکوکوس اورئوس یک باکتری رایج در جامعه ورزش است که باعث بیماری‌های عفونی می‌شود. بنابراین، تجهیزات ورزشی مانند لباس‌های ورزشی ضد باکتری می‌تواند از ورزشکاران در برابر میکروارگانیسم‌ها و بوهای نامطبوع محافظت کند و در عین حال از آسیب و پوسیدگی الیاف جلوگیری کند (۱۰). بر اساس تحقیقات انجام شده در مؤسّسه هوهنشتاین، آلمان، مهم ترین اقدام برای از بین بردن باکتری‌های موجود در لباس‌های ورزشی ایجاد خاصیّت آنتی باکتریال در آن‌ها می‌باشد، و این اثر باید به صورت دائمی باشد. از طرف دیگر باید حذف واکنش‌های پوستی (آلرژی، تحریک) یا تأثیر منفی بر میکرو فلور پوست نیز باید در نظر گرفته شود (۸). برخی گزارش‌ها وجود دارد که خطرات زیست‌محیطی لباس‌های

حاوی نقره را ارزیابی می‌کنند، و غلظت نانو نقره به‌عنوان فاکتور حیاتی برای جلوگیری از خطرات موجود در حداقل محدوده نگهداری می‌شود (۹). تأکید شده است استفاده از نانو در طراحی لباس‌های ورزشی مطابق غلظت استاندارد در نظر گرفته شود در غیر این صورت استفاده از لباس‌های ورزشی نقره باید به حداقل برسد (۱۱). بنابرین طبق موارد مطرح شده پیشرفت تجهیزات ورزشی نوین انقلابی جدید در تمام رقابت‌های ورزشی و مهندسانی که در حال توسعه تجهیزات ورزشی برای افزایش و بهبود عملکرد ورزشکاران هستند، به وجود آورده. با بررسی برخی از تأثیرات عمده مرتبط با توسعه تجهیزات ورزشی بسیاری از پیشرفتها از طریق مهندسی مواد مورد استفاده در ساخت تجهیزات ورزشی اتفاق افتاده است (۱۲, ۱۳). همچنین دیگر نانو کامپوزیت‌های شیمیایی مانند نانو تیتانیوم تقویت شده با الیاف (فیبر) موادی با وزنی سبک، مقاومتی بالا، و با طراحی و ویژگی های منحصر به فرد، کاربرد گسترده‌ای در تجهیزات ورزشی به وجود آوردند (۱۴). از طرفی دیگر بشریت در دوران کووید ۱۹ در یک زمان استثنایی زندگی می‌کند نه به این دلیل که درگیر یک بیماری عالم‌گیر است زیرا او در گذشته چندین بار شاهد بیماری‌های عالم گیر بوده که گاهی اوقات با نتایج حتیّ ویران کننده‌تری همراه بوده است مانند مرگ سیاه (۱۳۳۳–۱۳۴۰) یا اپیدمی آفت در قرن شانزدهم، بلکه به دلیل بسته شدن بسیاری از صنایع، مسافرت‌ها و مرزها در جامعه ورزش مطالعات نشان داده که کووید-۱۹باعث پریشانی عاطفی و اختلالات در ورزشکاران می‌شود (۱۵)، افزون بر این، این بیماری یا خسارت‌های ثانویه آن نیز می‌تواند از اهمیّت بسیاری برای مشارکت در ورزش و به خصوص برای تحمل بار ورزشی و بار جسمی مبتلایان خاصّه در ورزش با عملکرد زیاد برخوردار باشد؛ بنابراین اثرات قابل توجّه کووید ۱۹ روی ظرفیت عملکرد ورزشکاران را نمی‌توان رد کرد (۱۶). میزان انتقال COVID-19 تقریباً بیشتر از SARS می باشد. که از زمان فراگیری دولت‌ها و سازمان را مجبور به اجرای محدویت‌ها نموده و باعث شد که اکثر رویدادهای ورزشی به حالت تعلیق و یا به تعویق بی‌افتند (۱۷). در این زمینه و با توجّه به مسئولیت پذیری دولت های بیشتر کشورها مجبور به انجام اقدامات محدود کننده شده‌اند،که برای مهار ویروسی که زندگی بسیاری از مردم، سازمان‌ها و مؤسّسات را تغییر داده است (۱۸). بخش ورزش با وجود اینکه در سطوح اقتصادی، ورزشی و اجتماعی یک بخش مهم است، از این محدودیت‌ها مستثنی نبوده است. طبق گفته رتان بخش ورزش به شدّت تحت تأثیر بحران COVID-19 قرار گرفته است و به گونه‌ای که قبلاً هرگز دیده نشده بود (۱). تمام فعالیت‌های بدنی و ورزش‌های گروهی با فراگیری کرونا ویروس به طور ناگهانی در بسیاری از کشورها محدود شد (۲). جهان ورزش در حال حاضر مرحله سختی را پشت سر می‌گذارند، زیرا بحران ناشی از COVID-19 یکی از مهمترین مواردی است که بخش ورزش بین‌المللی در سال‌های اخیر نیز با آن دچار شده است (۱). سازمان‌های ورزشی به دلیل موقعیت‌های خصمانه و غیرقابل پیش بینی شده ناشی از بحران COVID-19 باید خلاقیت و نوآوری‌ها را تشویق کنند (۱۹). در این پژوهش، سعی بر آن شده تا با آنتی میکروب نمودن کفش‌های ورزشی که امکان آلوده شدن آن به هرگونه میکروب‌ها در حین تماس با سطح آلوده زمین که به منجر تهدید سلامتی جامعه ورزشکاران می‌شود. گامی مثبتی در کنترل و پیشگیری میکروب-ها و ویروس‌ها و همچنین بحران ناشی از کرونا ویروس در بین ورزشکاران رشته‌های ورزشی مختلف برداشته شود.

روش شناسی

در ابتدا به منظور آنتی میکروب نمودن کفش‌های ورزشی جهت کنترل و پیشگیری از میکروب‌ها و ویروس‌ها تعداد ۱ جفت کفش ورزشی مدل شیما ساخت کشور ایران تهیه شد مطابق شکل ۱.

شکل۱: نمونه کفش ارسالی به آزمایشگاه

برای تهیه نمونه‌ها، ابتدا درصدهای مختلفی از محلول نانو نقره شامل ۲۵ ،۵۰، ۷۵ تا ۱۰۰ ppm تهیه شد و سپس قسمت‌های مختلف نمونه کفش ورزشی مورد نظر در ابعاد۵*۵ سانتی متر مربع برش داده شدند. در این بررسی، به دلیل نوع خاصّ نمونه مورد نظر از روش اسپری در افزودن ترکیبات ضد میکروبی استفاده شد، که روشی به مراتب آسان برای افزودن ترکیبات ضد میکروبی به شمار می‌رود. در این روش، از ۱۰ میلی لیتر محلول نانو نقره با در صدهای متفاوت برروی نمونه با ابعاد مورد نظر استفاده شدکه مقدار نقره اضافه شده بر نمونه قابل محاسبه است. عمل اسپری محلول‌ها فقط برقسمت فوقانی نمونه انجام گرفت. پس از اسپری محلول‌ها، نمونه‌ها در درون فور در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ تا ۹۰ دقیقه قرار داده شدند. تا ذرات نقره به خوبی به نمونه‌ها جذب شوند، سپس در آزمون ضد باکتری برای محاسبه کاهش باکتری از روش ارزیابی ترکیبات ضد باکتری برروی منسوجات استفاده شد.

جهت انجام تست، نمونه‌های فرآوری شده، برای انجام آزمون ضد باکتری به اندازه ۱ سانتی‌متر مربع جدا و آماده سازی شدند. ابتدا نمونه‌های ارسالی به صورت دیسک با قطر یک سانتیمتر برش داده شدند. سپس با استفاده از اشعه یووی استریل شدند. سپس نمونه‌ها در یک میلی‌لیتر محیط کشت مولر هینتون براث به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس محیط رویی جدا گردید و به عنوان اکسترکت نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه به اکسترکت نمونه، حجمی از باکتری موجود در سرم فیزیولوژی اضافه گردید، که میزان باکتری‌ها برابر با صد و پنجاه هزار باکتری در میلی لیتر شود ($1.5*10^5$ CFU/mL) و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه در انکوباتور شیکردار قرار گرفتند. و به مدت ۲۴–۱۸ ساعت وشمارش تعداد کلونی‌های باکتری و کلونی باکتری نمونه شاهد میزان کاهش باکتری با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد

$$C: A - B \times 100 \div A$$

A تعداد باکتری اولیه (CFU/ML) **:** B تعداد باکتری بعد از مجاورت (CFU/ML): C درصد کاهش باکتری

همچنین یک گروه کنترل مثبت (محیط کشت به همراه باکتری) و یک گروه کنترل منفی (محیط کشت و ماده مورد تست) در نظر گرفته شد، بعد از سپری شدن مدت زمان مورد نظر، ۵ میکرولیتر از سوسپانسیون بدست آمده بر روی محیط کشت مولرهینتون آگار کشت داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه انکوبه شدند.

نتایج

با شمارش تعداد باکتری نمونه شاهد و سپس تعداد باکتری کاهش یافته در نمونه‌های مورد آزمایش، مقدار درصد کاهش باکتری محاسبه شد که در جدول ۱ گزارش شده است. در کلیه محاسبات آزمون‌ها از روش آزمون‌های آماری طرح تک عاملی (آزمون SRD) استفاده شد و میزان اثر تیمار خاص محلول نانو نقره برای کاهش درصد باکتری نمونه‌های ما با تعداد تکرار مشخص بررسی شد (۲۰). همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، حداقل غلظت محلول نانو نقره یعنی ۰/۰۲۵ (۲۵ پی پی ام) به میزان ۵۰ درصد خاصیت باکتری‌کشی داشته که البته این مقدار در مجاورت تعداد کلونی باکتری (CFU/ML1.8×104) از نوع باکتری استافیلوکوک اورئوس در نظر گرفته می‌شود.

مطابق جدول شماره نتایج نشان داد، از غلظت ۵۰ و ۷۵ ppm کاهش باکتری S.aureus به ترتیب به میزان ۷۰ و ۹۰ درصد می‌باشد، همچنین نتایج نشان داد، که از غلظت ۱۰۰ ppm به بعدکاهش باکتری S.aureus به میزان ۹۹/۹۹ درصد ادامه می‌یابد.

نتایج جدول ۱ نشان داد، مقاومت محلول نانونقره در غلظت‌های ۷۵،۵۰،۲۵ ppm در برابر باکتری E.coli به ترتیب با کاهش ۷۰، ۹۰ و ۹۷/۸۸ درصدی ادامه می‌یابد، همچنین مطابق جدول شماره ۱ نتایج نشان داد، باکتری S.aureus از غلظت ۱۰۰ ppm به بعد با کاهش ۹۹/۷۸ می‌باشد، که این مورد مشکلی را نیز به همراه دارد، از غلظت ۱۰۰ پی پی ام تغییر رنگ از زرد به قهوه‌ای ایجاد می‌شود که این امر در اثر انجام واکنش اکسیداسیون اتفاق می‌افتد، این مورد در غلظت‌های بسیار کم به چشم نمی‌خورد. سعی ما بر این بود که در انجام آزمون‌های ضد باکتری از سوسپانسیون نانو نقره رقیق‌تری استفاده شود، تا ضمن صرفه جویی در مصرف مواد تکمیلی از تغییر رنگ کالا نیز جلوگیری شود.

جدول ۱. آزمون ضد باکتری پوششی از درصدهای مختلف نانو و درصدهای کاهش در مجاورت دو باکتری استافیلوکوک اورئوس (S.aureus) و اشریشیا کولی (E.coli)

متغیر	درصد نانو نقره(pmm)	S.aureus	کاهش درصد	E.coli	کاهش درصد
۱	۲۵	۳/۲×۱۰^{۵}	۵۰ درصد	۲×۱۰^{۴}	۷۰ درصد
۲	۵۰	۱/۵×۱۰^{۴}	۷۰ درصد	۱/۷×۱۰^{۳}	۹۰ درصد
۳	۷۵	۰	۹۰ درصد	۱/۴×۱۰^{۳}	۹۷ /۸۸درصد
۴	۱۰۰	۰	۹۹/۹۹درصد	۱/۱×۱۰^{۱}	۹۹/۷۸درصد

بحث

هدف از این مطالعه طراحی و ساخت کفش ورزشی جدید آنتی میکروب با استفاده از نانو نقره جهت کنترل و پیشگیری از ویروس‌ها و میکروب‌ها در بین ورزشکاران رشته‌های ورزشی مختلف بود. این پژوهش برای اولین بار در صنعت تجهیزات ورزشی به بررسی قابلیّت ضد میکروبی نانو نقره علیه انواع میکروارگانیسم‌ها پرداخت و با استناد به پژوهش‌های انجام گرفته شده مشاهده شد استفاده از نانو نقره در صنعت کفش در جهت از بین بردن انواع میکروب‌ها و ویروس ها می‌تواند مفید واقع گردد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان به کار بردن نانو نقره با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ pmm منجر به کاهش بیش از ۵۰ درصد باکتری‌ها می‌گردد، که یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعه هون جو لی و همکاران که از محلول کلوئیدی نانونقره با روش کنترل رشد باکتری برروی پارچه پلی‌استری بی بافت و پارچه پنبه‌ای استفاده شد، در این روش ذرات نانو نقره با اندازه ۲،۳ نانومتر با غلظت‌های ۳۰،۲۰،۱۰ pmm بر علیه دو

باکتری استافیلوکوک اورئوس و استرپتوکوک پنومونیه استفاده شد، نتایج نشان داد، کاهش باکتری به میزان ۹۹/۹۹ درصد ادامه می‌یابد که با نتایج حاضر همسو می‌باشد (۲۱)، یافته‌های خواجوی و همکاران ۱۳۹۰ طی پژوهشی به بررسی خواصّ آنتی باکتریال و ضد چروک پارچه پنبه‌ای با استفاده از پلی کربوکسیلیک اسیدها، کیتوسان و نانو نقره پرداختند و نشان دادند که کاربرد همزمان پلی کربوکسیلیک اسید و نانو ذرات نقره بر رفتار بازگشت از چروک و اثر آنتی‌باکتریال نمونه پنبه‌های که به این مواد آغشته می‌شوند به تنهایی بهبود می‌بخشد. و با افزایش دمای پخت برای هر یک از این مواد به تنهایی و با هم اثر ضد چروک و آنتی باکتریال را بهبود می‌بخشد (۲۲). در راستایی یافته‌های پژوهش حاضر میرزا بابا و همکاران ۱۳۹۰ که به بررسی اثر ضد میکروبی کفپوش‌های سالن حاوی نانو نقره پرداختند نتایج پژوهش آنها نشان دهنده این بود که نمونه کفپوش‌های سالنی که به ۲۵ ppm محلول نانو نقره آغشته شده بود، درصد کاهش باکتریها به ۷۳/۳ درصد محاسبه شد. امّا در نمونه کفپوش‌های که با ۵۰ پی پی ام و بیشتر به نانو نقره اسپری شده بود، درصد کاهش باکتری ها به ۹۹/۹۹ درصد رسید. به علاوه، بررسی پایداری نانو ذرات نقره روی نمونه‌ها پس از ۱ الی۱۰ بار شستشوی استاندارد بررسی شد. نقره موجود در سطح کفپوش‌ها پایداری خود را در شستشوهای مکرر نگاه داشت و تا کفپوش‌ها حد بسیار مطلوبی، خاصیّت ضد میکروبی خود راحفظ کردند (۲۳). گلیگ واد و همکاران ۲۰۱۳ به بررسی فعالیت نانو نقره علیه ویروس‌های هپاتیت، هرپس سیمپلکس و ویروس آنفولانزا پرداختند علاوه بر این فعالیت آنتی میکروبی نانو نقره علیه فعالیت ویروس‌های پوشش دار گزارش شده است (۱۹). ساندی و همکاران ۲۰۰۷ در مطالعه به بررسی خواصّ ضد میکروبی و مؤثر نانو نقره در صنایع بهداشتی و دارویی پرداختند و تاکنون پژوهشگران بسیاری به بررسی کارایی آنتی میکروبی نانو نقره علیه میکرو ارگانیسم بیماری زا پرداخته اند و اکثر مطالعات به باکتری ها و قارچ ها معطوف می‌گردد پژوهش محمّدی و همکاران ۱۳۹۰ نشان دادند نانو نقره های که قطر و اندازه کوچکی دارند و به دلیل بر خورداری از سطح وسیع و پر تحرکشان منجر به افزایش خاصیّت آنتی میکروبی آن نسبت به ذرات بزرگتر نقره دانستند (۱۹). پینگگو و همکاران ۲۰۰۹ به بررسی غیرفعال سازی فوتوکاتالیستی باکتری‌ها از طریق کامپوزیت اکسید پالادیوم و اکسید تیتانیوم پرداختند نتایج مطالعه آنان نشان داد وجود نور مرئی در کامپوزیت پالادیوم و تیتانیوم اکسید باعث آسیب شدید به دیواره سلول باکتری و غشای سلول می‌شود (۲۴).

از غلظت ۲۰۰ pmm به بعد این ماده در مجاورت هوا به راحتی به یون تبدیل شده و امکان جذب به بدن از راه تماس وجود دارد که می تواند بسیار خطرناک و سمی باشد. در پژوهش حاضر سعی از غلظت‌های مطابق استاندارد جهانی استفاده گردد، که استفاده از غلظت‌های پایین هیچ خطری برای جامعه انسانی ندارد.

نتیجه‌گیری نهایی

استفاده از نانو نقره در طراحی و ساخت انواع کفش‌های ورزشی به منظور پیشگیری و کنترل بسیاری از میکروب‌ها و ویروس‌ها می‌تواند مفید واقع گردد.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در این پژوهش ما را یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاق تماماً در این مقاله رعایت شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان های دولتی، خصوصی و غیر انتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Ratten V. Coronavirus (Covid-19) and the entrepreneurship education community. Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy. 2020. [DOI:10.1108/JEC-06-2020-0121]

2. Hammami A, Harrabi B, Mohr M, Krustrup P. Physical activity and coronavirus disease 2019 (COVID-19): specific recommendations for home-based physical training. Managing Sport and Leisure. 2020:1-6. [DOI:10.1080/23750472.2020.1757494]

3. Harifi T, Montazer M. Application of nanotechnology in sports clothing and flooring for enhanced sport activities, performance, efficiency and comfort: a review. Journal of Industrial Textiles. 2017;46(5):1147-69. [DOI:10.1177/1528083715601512]

4. Gupta I, Duran N, Rai M. Nano-silver toxicity: emerging concerns and consequences in human health. Nano-antimicrobials: progress and prospects. 2012:525-48. [DOI:10.1007/978-3-642-24428-5_18]

5. Maity U, Selvin R, Basu JK, Sengupta S. Application of synthesized nano-crystalline titanium silicate-1 in the oxidation of thiophene in a kinetic approach. Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing. 2012;2(3):241-7. [DOI:10.1166/jnan.2012.1079]

6. Bahremandi Tolou N, Fathi M, Monshi A, Mortazavi V, Shirani F, Mohammadi Sichani M. Synthesis and Evaluation of Antibacterial Activity of Silver-Doped Titania Nanoparticles as an Antibacterial Additive to Dental Materials. 2013.

7. Kwok T, Chook P, Qiao M, Tam L, Poon Y, Ahuja A, et al. Vitamin B-12 supplementation improves arterial function in vegetarians with subnormal vitamin B-12 status. The journal of nutrition, health & aging. 2012;16(6):569-73. [DOI:10.1007/s12603-012-0036-x] [PMID]

8. Martínez-Ballesta M, Zapata L, Chalbi N, Carvajal M. Multiwalled carbon nanotubes enter broccoli cells enhancing growth and water uptake of plants exposed to salinity. Journal of Nanobiotechnology. 2016;14(1):1-14. [DOI:10.1186/s12951-016-0199-4] [PMID] [PMCID]

9. Zamani Esmati P, Baharara J, Iranbakhsh A, Ramezani T. Synergic effects of scopoletine and green synthesized silver nanoparticles on Angiogenesis of Chick Chorioallantoic Membrane (CAM). Developmental Biology. 2018;9(3):1-12.

10. Prasad A. Novel effects in garment processing and value added finishes. J Text Assoc. 2007;68(1):39-42.

11. Arvidsson R, Molander S, Sandén BA. Assessing the environmental risks of silver from clothes in an urban area. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2014;20(4):1008-22. [DOI:10.1080/10807039.2012.691412]

12. Iwatsubo T, Kawamura S, Miyamoto K, Yamaguchi T. Numerical analysis of golf club head and ball at various impact points. Sports Engineering. 2000;3(4):195-204. [DOI:10.1046/j.1460-2687.2000.00055.x]

13. Eftaxiopoulou T, Narayanan A, Dear J, Bull A. A performance comparison between cricket bat designs. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology. 2012;226(1):16-23. [DOI:10.1177/1754337111425629]

14. Zhang L, editor The application of composite fiber materials in sports equipment. 2015 International Conference on Education, Management, Information and Medicine; 2015: Atlantis Press. [DOI:10.2991/emim-15.2015.88]

15. Reardon T, Mishra A, Nuthalapati CS, Bellemare MF, Zilberman D. COVID-19's disruption of India's transformed food supply chains. Economic and Political Weekly. 2020;55(18):18-22.

16. Liu H, Chen S, Liu M, Nie H, Lu H. Comorbid chronic diseases are strongly correlated with disease severity among COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. Aging and disease. 2020;11(3):668. [DOI:10.14336/AD.2020.0502] [PMID] [PMCID]

17. Kumar S, Nyodu R, Maurya VK, Saxena SK. Morphology, genome organization, replication, and pathogenesis of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Springer; 2020. p. 23-31. [DOI:10.1007/978-981-15-4814-7_3]

18. Petsagkourakis P, Sandoval IO, Bradford E, Zhang D, del Rio-Chanona EA. Constrained reinforcement learning for dynamic optimization under uncertainty. IFAC-PapersOnLine. 2020;53(2):11264-70. [DOI:10.1016/j.ifacol.2020.12.361]

19. Filatov A, Sharma P, Hindi F, Espinosa PS. Neurological complications of coronavirus disease (COVID-19): encephalopathy. Cureus. 2020;12(3). [DOI:10.7759/cureus.7352]

20. Hamed Ham, Majid M, Mohammad Karim R. Investigating the antimicrobial effect of nylon floor covering containing nano silver. [Persian]

21. Lee HJ, Jeong SH. Bacteriostasis and skin innoxiousness of nanosize silver colloids on textile fabrics. Textile Research Journal. 2005;75(7):551-6. [DOI:10.1177/0040517505053952]

22. Ramin Kh, Puya Hkh, Laleh Man. Antibacterial and anti-wrinkle properties of cotton fabric treated with polycarboxylic acids, chitosan and nano silver.[Persian].

23. Haji Mirzababa H, Montazer M, Rahimi M K. Evaluation of antimicrobial effects of nano-silver coated nylon carpets. MEDICAL SCIENCES 2011; 21 (2) :101-107. [Persian]

24. Wu P, Xie R, Imlay JA, Shang JK. Visible-light-induced photocatalytic inactivation of bacteria by composite photocatalysts of palladium oxide and nitrogen-doped titanium oxide. Applied Catalysis B: Environmental. 2009;88(3-4):576-81. [DOI:10.1016/j.apcatb.2008.12.019] [PMID] [PMCID]