

Research Paper:

The Effect of Ganoderma Supplementation and Selected Exercise Training on Glycemic Control in Boys With Type 1 Diabetes



Akbar Ghalavand<sup>1</sup>, \*Hossein Saki<sup>2</sup>, Farzad Nazem<sup>2</sup>, Nasim Khademitab<sup>3</sup>, Hafez Behzadinezhad<sup>4</sup>, Mohsen Behboodi<sup>5</sup>, Fatemeh Zeihami<sup>4</sup>

1. Pediatric Gastroenterology and Hepatology Research Center, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran.
2. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Sports Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Sports Sciences, Tehran University, Tehran, Iran.
4. Department of Physical Education and Sports Science, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
5. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.



**Citation** Ghalavand A, Saki H, Nazem F, Khademitab N, Behzadinezhad H, Behboodi M, et al. The Effect of Ganoderma Supplementation and Selected Exercise Training on Glycemic Control in Boys With Type 1 Diabetes. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2021; 20(4):356-365. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.4.2426>

**doi** <https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.4.2426>



Received: 27 Mar 2021  
Accepted: 13 Aug 2021  
Available Online: 01 Oct 2021

**Keywords:**  
Type 1 diabetes,  
Exercise training,  
Ganoderma, Glycemic control

## ABSTRACT

**Background and Objectives** Type 1 diabetes is one of the most common chronic diseases in children. The aim of this study was to determine the effect of eight weeks of regular exercise training and Ganoderma supplementation on glycemic control in children with type 1 diabetes.

**Subjects and Methods** In this quasi-experimental study, 40 boys with type 1 diabetes were selected and divided into 4 groups: 1) exercise, 2) supplement, 3) exercise & supplement 4) control. Exercises included 8 weeks, 3 sessions per week and each training session included selected exercises training. Ganoderma lucidum consumption for daily consumption of 20 grams of a brewed drink was consumed. Fasting blood sampling was performed 48 hours before and 72 hours after the intervention.

**Results** A significant decrease was observed in 2Hour Post Prandial Glucose in the exercise & supplement group compared to the control group ( $P=0.018$ ). Also Significant decrease was observed in HbA1c level in exercise ( $P=0.031$ ) and exercise & supplement ( $P=0.043$ ) compared to the control group.

**Conclusion** According to the results, it can be said that combined exercise training can play an important role in the management of blood sugar in type 1 diabetes and the use of Ganoderma can increase the effectiveness of exercise in blood glycemic control along with exercise training.

**\* Corresponding Author:**

Hossein Saki

**Address:** Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Sports Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

**Tel:** +98 (916) 7016834

**E-Mail:** hossein.saki1990@yahoo.com

## مقاله پژوهشی:

## اثر مکمل گانودرما و تمرینات ورزشی منتخب بر کنترل گلیسمی در پسران مبتلا به دیابت نوع ۱

اکبر قلاوند<sup>۱</sup>، حسین ساکی<sup>۲</sup>، فرزاد ناظم<sup>۳</sup>، نسیم خادمی طاب<sup>۴</sup>، حافظ بهزادی نژاد<sup>۵</sup>، محسن بهبودی<sup>۵</sup>، فاطمه ضیغمی<sup>۲</sup>

۱. مرکز تحقیقات گوارش و کبد کودکان، دانشگاه علوم پزشکی زابل، زابل، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۴. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران.
۵. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

## چکیده

**زمینه و هدف:** دیابت نوع ۱ یکی از بیماری‌های مزمن شایع در کودکان است. هدف این تحقیق تعیین اثر ۸ هفته تمرینات ورزشی منظم و مصرف مکمل گانودرما بر کنترل گلیسمیک در کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ بود.

**روش بررسی:** در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر ۴۰ پسر مبتلا به دیابت نوع ۱ انتخاب و به ۴ گروه ورزش، مکمل، ورزش و مکمل، و کنترل تقسیم شدند. تمرینات در ۸ هفته (۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین شامل تمرینات منتخب ورزشی بود) انجام شد. مصرف گانودرما به صورت روزانه ۲۰ گرم به شکل دمنوش بود. خون‌گیری به صورت ناشتا و ۴۸ ساعت قبل و ۷۲ ساعت پس از مداخله انجام شد.

**یافته‌ها:** کاهش معنی‌داری در سطح قند خون ۲ ساعته در گروه ورزش به همراه مکمل نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ( $P=0/018$ ). همچنین کاهش معنی‌داری در سطح HbA1c در گروه‌های ورزش ( $P=0/031$ ) و ورزش به همراه مکمل ( $P=0/043$ ) نسبت به گروه کنترل مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج می‌توان گفت تمرینات ورزشی ترکیبی می‌تواند بخش مهمی در مدیریت قند خون در دیابت نوع ۱ داشته باشد و مصرف گانودرما می‌تواند در کنار تمرینات ورزشی اثربخشی تمرینات ورزشی بر کنترل قند خون را بیشتر کند.

تاریخ دریافت: ۰۷ فروردین ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۲ مرداد ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۰

## کلیدواژه‌ها:

دیابت نوع ۱، تمرین ورزشی، گانودرما، کنترل قند خون

## مقدمه

زیر ۱۸ ساله را مبتلا می‌کند [۲] و درمان اصلی آن استفاده از انسولین برای کنترل قند خون در این بیماران است [۳]. در کشور ایران، دیابت در رأس بیماری‌های غیرواگیر کشور قرار دارد و بروز سالانه دیابت نوع ۱ را در ایران ۳/۷ مورد در هر صد هزار نفر برآورد کرده‌اند [۴]. این آمار ابتلا در سرتاسر جهان از ۱ تا ۳۵ مورد در هر صد هزار نفر جمعیت زیر ۱۴ سال متغیر است [۴]. سابقه بیماری در والدین موجب افزایش ریسک ابتلا حدود ۷-۳ درصد، در مقایسه با میزان ریسک کمتر از ۱ درصد در جمعیت عمومی تا حدود سن ۲۰ سالگی می‌شود. فراوانی تجمع در میان دوقلوهای همسان مبتلا به دیابت نوع ۱ کمتر از ۵۰ درصد است. بنابراین اکثر افراد استعداد ژنتیکی ابتلا به دیابت نوع ۱ را

دیابت شیرین نوع ۱ یکی از بیماری‌های متابولیک است که در گذشته دیابت وابسته به انسولین نامیده می‌شد و احتمال بروز این بیماری در هر سنی امکان دارد، اما در کودکان و جوانان شایع‌تر است. بدن افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ قادر به تولید انسولین کافی نیست. در این نوع از دیابت تخریب سلولی سلول‌های بتا در پانکراس اتفاق می‌افتد [۱]. اگرچه دیابت نوع ۱ در هر سنی ممکن است رخ دهد، اما اوج بروز آن در اوایل بلوغ است [۱]. دیابت نوع ۱ به عنوان یکی از شایع‌ترین اختلالات اندوکروینی در کودکان است که تقریباً از هر ۳۰۰ تا ۵۰۰ نفر، ۱ کودک

## \* نویسنده مسئول:

حسین ساکی

نشانی: همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۷۰۱۶۸۳۴ (۹۱۶) ۹۸+

رایانامه: hossein.saki1990@yahoo.com

یکی دیگر از روش‌های کنترل گلیسمیک در بیماران دیابتی استفاده از مکمل‌های غیردارویی است [۱۷]. قارچ‌ها از دیرباز به لحاظ خواص دارویی در کشورهای شرق آسیا مورد توجه بوده‌اند [۱۴]. گانودرما لوسیدوم<sup>۱</sup> قارچی یک‌ساله از تیره گانودرماتاسه<sup>۲</sup> است که مصرف دارویی دارد [۱۴]. گانودرما به طور گسترده‌ای برای ترویج طول عمر و سلامتی استفاده می‌شود [۱۵]. قارچ گانودرما در طب سنتی درمان بسیاری از بیماری‌ها مانند فشار خون بالا، آرتريت، هیپرکلسترولمی و قند خون تجویز می‌شود [۱۶، ۱۷]. همچنین این مکمل به عنوان درمان مکمل برای دیابت نیز شناخته شده است. در میان بسیاری از اجزای فعال بیولوژیکی گانودرما، پلی ساکاریدها، پروتئوگلیکان‌ها، پروتئین‌ها و تریترپروئیدها، اثرات هیپوگلیسمی شناخته‌شده‌ای دارند که می‌تواند اثرات مثبتی بر کنترل گلیسمی در بیماران دیابتی داشته باشد [۱۵].

استفاده از تمرینات ورزشی و مکمل گانودرما با توجه به اثرات مثبتی که بر کنترل قند خون دارند، می‌توانند از بروز عوارض دیابت نوع ۱ که در ارتباط با دیابت کنترل نشده و هیپرگلیسمی هستند، جلوگیری کنند و نقش مفیدی در کاهش عوارض این بیماری داشته باشند. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در خصوص اثر تعاملی تمرینات ورزشی و مصرف گانودرما بر کنترل قند خون کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ انجام نشده است، تحقیق حاضر ضرورت می‌یابد. بنابراین هدف تحقیق حاضر مقایسه اثر ۸ هفته تمرینات منتخب ورزشی و مصرف قارچ گانودرما به تنهایی و ترکیبی بر کنترل قند خون کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ است.

### روش بررسی

در تحقیق نیمه تجربی حاضر از بین دانش‌آموزان پسر مبتلا به دیابت نوع ۱، ۴۰ دانش‌آموز پسر با دامنه سنی ۸ تا ۱۵ سال به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در ۴ گروه تمرینات ورزشی، مصرف گانودرما، تمرین ورزشی به همراه مصرف گانودرما و کنترل تقسیم شدند.

معیارهای ورود به مطالعه ابتلا به دیابت نوع ۱، عدم ابتلا به مشکلات قلبی-تنفسی حاد، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن دیگر مانند آسم و بیماری‌های عصبی-عضلانی بود.

پس از اندازه‌گیری‌های اولیه و مشخص شدن گروه‌ها مداخلات تمرینی و مکمل با توجه به گروه‌ها اعمال شد. برنامه تمرین در تحقیق حاضر به صورت تمرینات منتخب ورزشی بود که به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین شامل تمرینات منتخب) تحت نظارت پژوهشگر اجرا شد. قبل از شروع مداخله تحقیق در یک برنامه آموزشی، بیماران به همراه خانواده

توسعه نمی‌دهند [۱]. شیوع دیابت نوع ۱ در بین کودکان در تمام نقاط دنیا رو به افزایش است که علت اصلی آن معلوم نیست [۵]. این بیماری به شدت در ارتباط با عوارض میکروواسکولار و ماکروواسکولار است که مکانیسم‌های پاتوفیزیولوژی آن‌ها متنوع و گاهی نامشخص است [۶]. کنترل قند خون در بیماران دیابتی منجر به کاهش بروز عوارض مزمن مرتبط با این بیماری و کاهش هزینه‌های درمان ناشی از آن می‌شود [۴]. بر خلاف دیابت نوع ۲ که به علت شیوع بیشتر در جامعه تحقیقات زیادی را به خود معطوف کرده است [۷]، تحقیقات کمتری در خصوص مداخلات غیردارویی در دیابت نوع ۱ انجام شده است. مداخله درمانی اصلی در دیابت نوع ۱ و کنترل عوارض آن که در ارتباط با افزایش قند خون در این بیماری هستند، انسولین درمانی است و بخش مهمی از آموزش‌های پرستاری در این بیماران شامل آموزش‌های مرتبط با مدیریت دیابت در خصوص کنترل گلیسمی در این کودکان است [۴]. فعالیت بدنی منظم نقش مهمی را در مدیریت کودکان و نوجوانان مبتلا به دیابت نوع ۱ ایفا می‌کند، اما به عنوان درمان برای دیابت در نظر گرفته نمی‌شود [۸]. در واقع دیابت نوع ۱ به علت پاتوفیزیولوژی پیچیده آن، یک مشکل چالش‌برانگیز برای مدیریت علائم مختلف فیزیولوژیکی و رفتاری است. با وجود اهمیت ورزش منظم در این افراد، مدیریت روش‌های مختلف فعالیت بدنی، به‌ویژه برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ و تأمین‌کننده مراقبت‌های بهداشتی در این افراد بسیار دشوار است. افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ به علت عوامل مختلف، از جمله ترس از ورزش، اطلاعات محدود در خصوص برنامه ورزشی مناسب و نبودن امکانات مناسب ورزشی و روی آوری به سبک زندگی غیرفعال، به عنوان افراد غیرفعال از جمعیت عمومی با شاخص بدنی ناسالم هستند که حداقل فعالیت بدنی در هر هفته را انجام می‌دهند [۹]. یکی از عوامل مرتبط با سطح پایین آمادگی جسمانی در این افراد به خاطر ترس از هیپوگلیسمی هنگام اجرای تمرینات یا پس از آن و همچنین هیپوگلیسمی شبانه است [۴، ۱۰]. ورزش منظم می‌تواند با بهبود پروفایل لیپیدی، ترکیب بدنی متناسب و اهداف آمادگی جسمانی و کنترل گلیسمی، سطح سلامت و تندرستی را ارتقا دهد. با این حال چندین مانع برای ورزش، برای فرد مبتلا به دیابت وجود دارد، از جمله ترس از هیپوگلیسمی، از دست رفتن کنترل گلیسمی و آگاهی نامناسب در مورد ورزش درمانی [۹]. مطالعات انجام‌شده در مورد تأثیر فعالیت بدنی بر کنترل گلیسمی در دیابت نوع ۱ تاکنون تا حد زیادی نتوانسته‌اند فواید تمرینات ورزشی در کنترل قند خون ناشتا یا HbA1c را نشان دهند. این مطالعات عمدتاً روی نوجوانان یا بزرگسالان جوان انجام شده است و برنامه‌های تمرینی در بازه زمانی بین ۱ تا ۳ ماه بوده است، اما حتی یک برنامه ۵ ماهه نیز نتوانسته فواید گلیسمی را نشان دهد [۱۱]. مطالعات برنامه‌های ورزش مقاومتی در دیابت نوع ۱ نیز نتوانسته است فواید گلیسمی پایدار را نشان دهد [۱۲، ۱۳]. که این نشان‌دهنده نیاز به تحقیقات بیشتر در این خصوص است.

1. *Ganoderma lucidum* Karst  
2. *Ganodermataceae*

نکات آموزشی در خصوص ملاحظات پزشکی را توسط پزشک متخصص دریافت کردند. تمام جلسات تمرین با حضور پزشک انجام شد.

قبل از شروع تمرین قند خون آزمودنی‌ها با گلوکومتر چک شد و در صورت بیشتر بودن گلوکز خون از ۲۰۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر اجازه تمرین به آزمودنی داده نمی‌شد. با توجه به اینکه کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ ممکن است به خاطر تمرینات ورزشی دچار هیپوگلیسمی شبانه شوند، برنامه تمرینی به صورتی انجام شد که تمرینات در صبح انجام شود تا به خاطر تداخل انسولین و تمرین احتمال هیپوگلیسمی به حداقل برسد.

جلسات تمرینی در تحقیق حاضر شامل سه بخش زیر بود:

الف) گرم کردن: طول مدت گرم کردن ۱۰ الی ۱۵ دقیقه بود. در این مرحله آزمودنی‌ها تمرینات هوازی سبک، تمرینات کششی ایستا و پویا و گرم کردن اختصاصی را انجام دادند.

ب) تمرین اصلی: طول مدت این مرحله ۴۵ الی ۶۰ دقیقه بود و برنامه تمرین، شامل ترکیبی از تمرینات هوازی، تمرینات بی‌هوازی، تمرینات مقاومتی، تمرینات عصبی-عضلانی و تمرینات انعطاف‌پذیری انجام شد. برنامه ارائه‌شده در تحقیق حاضر یک برنامه محقق‌ساخته بود که با توجه به دامنه سنی کودکان سعی شد با هدف ارتقای حرکات بنیادی ریز و درشت در این کودکان باشد. همچنین با توجه به این نکته، ترتیب تمرین نقش مهمی در ثبات گلوکز در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ دارد. تمرینات مقاومتی و بی‌هوازی در ابتدای تمرین و تمرینات هوازی در آخرین مرحله تمرین انجام شد [۱۸]. همچنین در بین قسمت‌های مختلف تمرین زمان‌های استراحت برای کودکان در نظر گرفته شد. هر زمان از تمرین اگر علائم هیپوگلیسمی (قند خون کمتر از ۷۰ میلی‌گرم، سرگیجه، سردرد) یا هیپرگلیسمی (قند خون بالای ۲۰۰ میلی‌گرم، افزایش ضربان قلب، سرخ شدن و داغ شدن پوست، تنفس شدید) آشکار می‌شد، ورزش فوراً قطع می‌شد و اقدامات پزشکی صورت می‌گرفت. تمرینات سرعتی و چابکی در تحقیق حاضر، شامل تمرینات استارت‌های مستقیم و حرکات چابکی شامل جابه‌جایی، مانند دویدن و عبور از بین موانع با تغییر جهت در مسیر دویدن بود. همچنین از تمرینات چابکی شامل تغییر وضعیت بدن مانند حرکت بورپی به صورت نیمه و یا کامل نیز برای تمرینات چابکی استفاده شد. در این تحقیق سعی شد مدت‌زمان فعالیت‌های سرعتی و چابکی کمتر از ۶ ثانیه باشد و زمان ریکاوری بین تمرینات نیز بین ۳۰-۶۰ ثانیه متفاوت بود. در قسمت تمرینات مقاومتی نیز تمرینات با استفاده از وزن بدن و یا استفاده از وسایل تمرینی با توجه به سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها انجام شد که شامل حرکات بالاتنه، مانند انواع حرکات شنا، بارفیکس اصلاح‌شده، پرتاب و دریافت توپ مدیس‌بال، تمرین با کش‌های الاستیک بود که شامل انواع حرکات و

تمرینات میان‌تنه (حرکات کرانچ، درازنشست معمولی، بالا آوردن پاها به صورت صاف "شکم خلبانی"، فیله کمر، تمرینات پهلو و ...) بودند. برای تمرینات عضلات پایین‌تنه نیز از انواع حرکات اسکوات، لانگ با وزن بدن و در مراحل پیشرفته‌تر با وزن توپ‌های تمرینی استفاده شد. همچنین بخشی از تمرینات ورزشی، شامل تمرینات عصبی-عضلانی (پرتاب‌ها و دریافت‌ها، پرش‌ها و فرودها و ضربه زدن با دست و پا، مانند شوت کردن به سمت هدف‌های مشخص‌شده و یا پرتاب توپ بسکتبال به سبد) بود. همچنین با افزایش سطح مهارت آزمودنی‌ها برای افزایش دشواری کار، فواصل بیشتر شد و یا اینکه اندازه نقطه هدف کوچک‌تر شد. همچنین از تمرینات کششی به منظور بهبود سطح انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها استفاده شد که تمرینات آن در قسمت گرم کردن و در پایان قسمت سرد کردن قرار داده شده بود.

شدت تمرین: شدت تمرینات هوازی در تحقیق حاضر ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام شد. محاسبه ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول کارونن (فرمول شماره ۱) انجام شد [۱۹].

۱.

سن - ۲۲۰ = ضربان قلب بیشینه

ضربان قلب استراحت + [درصد شدت × (ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه)] = ضربان قلب هدف

ج) سرد کردن: مدت این مرحله ۵ الی ۱۰ دقیقه بود. آزمودنی با راه رفتن آرام و انجام حرکات ساده با شدت کم انجامش دادند.

در گروه‌های مصرف مکمل گانودرما و تمرین به همراه مکمل گانودرما، گانودرما روزانه به صورت بسته‌های ۲۰ گرمی (ساخت شرکت بیز کشور ایران) به شکل دمنوش در حالت ناشتا مصرف شد (مصرف برای زیر ۱۰ سال ۲/۳ مقدار بسته‌ها بود).

در گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله تمرین یا مکمل انجام نشد و تنها برنامه تمرینی، برنامه هفتگی مدارس بود که همانند سابق انجام شد.

جهت بررسی متغیرهای وابسته خون‌گیری در دو مرحله ۴۸ ساعت قبل و ۷۲ ساعت پس از دوره‌های مداخله تمرین و مصرف مکمل به صورت ناشتا در ساعت ۸-۹ صبح انجام شد.

#### روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی که شامل میانگین و انحراف معیار است، استفاده شد (جدول شماره ۱). برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون شاپیروویلیک و آزمون لون استفاده شد. همچنین از آزمون استنباطی تی وابسته جهت مقایسه درون‌گروهی و از آنالیز

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی و تن‌سنجی گروه‌های تحقیق

گروه	میانگین ± انحراف معیار		
	سن	وزن	قد
ورزش + گانودرما	۱۱/۳۳±۲/۸۱	۲۸/۶۵±۹/۵۴	۱۴۲/۱۷±۱۲/۳۲
گانودرما	۱۰/۸۳±۲/۹۳	۲۶/۷۴±۲/۸۸	۱۳۳/۴۷±۹/۰۷
ورزش	۱۱/۵۰±۲/۷۰	۳۱/۳۲±۶/۹۹	۱۳۹/۶۰±۱۴/۶۹
کنترل	۱۱/۵۴±۲/۶۳	۳۸/۱۷±۳/۸۷	۱۴۱/۰۰±۴/۰۵

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور

شده، اما تفاوت معنی‌داری در سطوح قند خون ناشتا ( $P=0/142$ ) و هموگلوبین گلیکوزیله ( $P=0/076$ ) مشاهده نشد. در گروه ورزش تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از متغیرهای قند خون ناشتا ( $P=0/278$ )، قند خون ۲ ساعته ( $P=0/229$ ) و هموگلوبین گلیکوزیله ( $P=0/149$ ) مشاهده نشد. در گروه کنترل افزایش معنی‌داری در سطح هموگلوبین گلیکوزیله ( $P=0/037$ ) مشاهده شده، اما تفاوت معنی‌داری در سطوح قند خون ناشتا ( $P=0/770$ ) و قند خون ۲ ساعته ( $P=0/129$ ) مشاهده نشد.

در بررسی تغییرات بین‌گروهی، نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (جدول شماره ۳) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح قند خون ۲ ساعته ( $P=0/028$ ) و هموگلوبین گلیکوزیله ( $P=0/018$ ) بین گروه‌های تحقیق وجود داشت، اما تفاوت

واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه تغییرات بین گروهی استفاده شد. کلیه عملیات آماری در سطح  $\alpha=0/05$  با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

## یافته‌ها

در بررسی تغییرات درون‌گروهی، نتایج آزمون تی وابسته (جدول شماره ۲) نشان داد که کاهش معنی‌داری در سطح قند خون ناشتا ( $P>0/001$ ) و هموگلوبین گلیکوزیله ( $P=0/023$ ) در گروه ترکیبی تمرین ورزشی به همراه مصرف گانودرما مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری در سطح قند خون ۲ ساعته ( $P=0/078$ ) مشاهده نشد. در گروه مکمل گانودرما کاهش معنی‌داری در سطح قند خون ۲ ساعته ( $P=0/014$ ) مشاهده

جدول ۲. نتایج آزمون تی وابسته برای بررسی تغییرات پیش و پس‌آزمون متغیرهای قند خون ناشتا، قند خون ۲ ساعته و هموگلوبین گلیکوزیله در گروه‌های تحقیق

متغیر	گروه	میانگین ± انحراف معیار		t	P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
قند خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	ورزش + گانودرما	۲۱۲/۸۳±۸۲/۸۰	۱۹۶/۱۷±۷۹/۶۶	۱۱/۲۹۴	<0/001
	گانودرما	۱۸۴/۵۰±۸۱/۰۰	۱۷۵/۳۳±۸۲/۵۷	۱/۷۴۴	0/142
	ورزش	۲۰۹/۰۰±۷۵/۱۶	۲۰۰/۳۳±۸۸/۰۵	۱/۲۱۵	0/278
قند خون ۲ ساعته (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کنترل	۲۰۲/۰۰±۴۷/۲۰	۲۰۵/۱۷±۴۳/۸۸	-0/308	0/770
	ورزش + گانودرما	۳۹۲/۳۳±۱۱۱/۶۲	۳۵۲/۳۳±۱۱۸/۹۲	۲/۲۰۶	0/078
	گانودرما	۳۶۵/۰۰±۱۸۲/۵۲	۳۴۴/۱۷±۱۷۱/۲۱	۳/۷۲۰	0/014
هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)	ورزش	۳۸۴/۰۰±۱۳۴/۶۷	۳۷۱/۸۳±۱۲۰/۶۴	۱/۳۷۰	0/229
	کنترل	۲۸۷/۵۰±۷۹/۶۷	۳۰۰/۸۳±۷۳/۸۴	-1/814	0/129
	ورزش + گانودرما	۹/۴۶±۲/۱۳	۸/۶۱±۱/۷۰	۳/۲۵۱	0/023
هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)	گانودرما	۹/۳۳±۲/۵۰	۹/۰۴±۲/۷۷	۲/۲۲۸	0/076
	ورزش	۹/۹۱±۲/۲۵	۹/۰۰±۲/۲۵	۱/۷۰۶	0/149
	کنترل	۸/۷۵±۰/۹۱	۹/۲۵±۱/۲۸	-2/825	0/037

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه برای مقایسه بین گروهی تغییرات قند خون ناشتا، قند خون ۲ ساعته و هموگلوبین گلیکوزیله

P	t	میانگین $\pm$ انحراف معیار		گروه	متغیر
		میزان تغییرات			
۰/۲۶۰	۱/۴۳۳	۲۱۲/۸۳ $\pm$ ۸۲/۸۰		ورزش + گانودرما	قند خون ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر)
		۱۸۴/۵۰ $\pm$ ۸۱/۰۰		گانودرما	
		۲۰۹/۰۰ $\pm$ ۷۵/۱۶		ورزش	
		۲۰۲/۰۰ $\pm$ ۴۷/۲۰		کنترل	
۰/۰۲۸	۳/۸۹۱	۳۹۳/۳۳ $\pm$ ۱۱۱/۶۲		ورزش + گانودرما	قند خون ۲ ساعته (میلی گرم بر دسی لیتر)
		۳۶۵/۰۰ $\pm$ ۱۸۲/۵۲		گانودرما	
		۳۸۴/۰۰ $\pm$ ۱۳۴/۶۷		ورزش	
		۲۸۸/۵۰ $\pm$ ۷۹/۶۷		کنترل	
۰/۰۱۸	۴/۲۳۱	۹/۴۶ $\pm$ ۲/۱۳		ورزش + گانودرما	هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)
		۹/۳۳ $\pm$ ۲/۵۰		گانودرما	
		۹/۹۱ $\pm$ ۲/۲۵		ورزش	
		۸/۷۵ $\pm$ ۰/۹۱		کنترل	

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور

که تمرینات ورزشی موجب کاهش سطح HbA1c در گروه‌های ورزش می‌شود [۲۰] که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی داشت. قدیر و زانگانا نیز در تحقیقشان گزارش کردند که تمرینات شنا موجب کاهش HbA1c در پسران مبتلا به دیابت نوع ۱ شد [۲۱] که با نتایج تحقیق ما هم‌خوانی داشت. اما تونار و همکاران در تحقیقی با هدف بررسی اثر ۱۲ هفته تمرینات پیلاتس بر ۳۰ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۱ (سن ۱۲ تا ۱۷ سال)، پس از دوره تمرین تفاوت معنی‌داری در کنترل قند خون بیماران گزارش نکردند [۲۲]. فوجسجیگر مایر و همکاران نیز در تحقیقی به منظور بررسی اثر ۴ ماه تمرینات ورزشی روی ۲۶ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۱ با سابقه بیماری ۱۰  $\pm$  ۲۰ سال و بدون آنژیوپاتی آشکاره، گزارش کردند که تمرینات ورزشی موجب افزایش معنی‌داری در سطح  $VO_2max$  و کاهش معنی‌داری در دُز انسولین تزریقی در گروه تمرین می‌شود، اما تفاوت معنی‌داری در سطح HbA1c مشاهده نشد [۲۳]. نتایج این تحقیقات با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد. علت این ناهم‌خوانی ممکن است به خاطر تفاوت در پروتکل‌های تمرین در دو تحقیق باشد، چون در تحقیق حاضر پروتکل تمرین شامل ترکیبی از تمرینات هوازی و تمرینات مقاومتی بود.

در خصوص رابطه بین فعالیت بدنی و کنترل گلیسمی در دیابت نوع ۱ می‌توان گفت که تمرینات ورزشی موجب بهبود سیگنالینگ انسولین و در نتیجه افزایش حساسیت به انسولین در سلول‌های حساس به انسولین مانند تارهای عضلانی می‌شود

معنی‌داری در قند خون ناشتا ( $P=0/260$ ) مشاهده نشد. همچنین در بررسی‌های بیشتر، آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد با اینکه تفاوت معنی‌داری در تغییرات قند خون ۲ ساعته بین گروه‌های مداخله مشاهده نشد، اما تغییرات قند خون ۲ ساعته در گروه تمرین ورزشی به همراه مصرف گانودرما نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود ( $P=0/018$ ). همچنین در بررسی تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله نیز با وجود اینکه تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مداخله مشاهده نشد، اما تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله در گروه‌های تمرین ورزشی ( $P=0/031$ ) و تمرین ورزشی به همراه مصرف گانودرما ( $P=0/043$ ) نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود.

## بحث

در بررسی اثر تمرینات ورزشی بر کنترل گلیسمیک کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین ورزشی موجب کاهش ۲/۴ درصدی در قند خون ناشتا، ۲/۴ درصدی در قند خون ۲ ساعته و ۹ درصدی در هموگلوبین گلیکوزیله شد و تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود. بهبود گلیسمیک در تحقیق حاضر که به صورت کاهش هموگلوبین گلیکوزیله به عنوان شاخصی از کنترل قند خون متوسط است. سالم و همکاران در ارزیابی تأثیر ۶ ماه تمرین ورزشی (که ترکیبی از تمرینات ورزشی هوازی با دوچرخه و تردمیل و تمرینات بی‌هوازی و مقاومتی بود) بر کنترل گلیسمی ۱۹۶ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۱، گزارش کردند

مورد پژوهش در این تحقیقات که تحقیقاتی حیوانی بودند با تحقیق حاضر که بیماران نمونه‌های انسانی بودند، نسبت داد، چون در نمونه‌های حیوانی القای دیابت به صورت دارویی است و اگرچه به عنوان تحقیقات آزمایشگاهی این تحقیقات کاربرد فراوان دارد، ولی در تعمیم این تحقیقات به انسان باید جانب احتیاط رعایت شود.

در گروه ترکیبی که در کنار ۸ هفته تمرین ورزشی، مکمل گانودرما مصرف کرده بودند نیز کاهش ۸/۴ درصدی در قند خون ناشتا، ۱۱/۳ درصدی در قند خون ۲ ساعته و ۸/۵ درصدی در هموگلوبین گلیکوزیله مشاهده شد و تغییرات قند خون ۲ ساعته و هموگلوبین گلیکوزیله نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود. تاکنون تحقیقی که به صورت هم‌زمان ترکیب تمرینات ورزشی را بر کنترل گلیسمیک بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ بررسی کرده باشد، یافت نشده، اما تحقیق حاضر برای اولین بار نشان داد که مصرف مکمل گانودرما اگرچه به‌تنهایی موجب کاهش اندکی در شاخص‌های گلیسمیک در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ می‌شود، اما در ترکیب با تمرینات ورزشی می‌تواند موجب مدیریت بهتر گلیسمیک در این بیماران باشد. ایکسائو و همکاران در بررسی اثرات ضددیابتی گانودرما گزارش کردند که مصرف گانودرما موجب کاهش سطح mRNA آنزیم‌های تنظیم‌کننده گلوکز کبدی و افزایش نسبت AMPK/P-AMPK می‌شود. همچنین در بافت چربی اپیدیدیم، سطح mRNA GLUT4 را افزایش می‌دهد، اما سنتز اسید چرب<sup>۳</sup>، استیل کوا کربوکسیلاز<sup>۴</sup> و رزیستین را کاهش می‌دهد [۱۷]. احتمالاً آثار تجمعی تمرین ورزشی و مصرف گانودرما بر کاهش قند خون و حساسیت انسولین توانسته این اثربخشی را بیشتر کند.

### نتیجه‌گیری

در کل یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که مصرف ۸ هفته گانودرما اثر معنی‌داری بر کنترل گلیسمیک در کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ ندارد، ولی تمرینات ورزشی منتخب که ترکیبی از تمرینات هوازی، بی‌هوازی و مقاومتی بود که با توجه به نیازهای دامنه سنی کودکان و حرکات بنیادی کودکان طراحی شده بود موجب کنترل قند خون به صورت کاهش سطح هموگلوبین گلیکوزیله در این بیماران شد. همچنین به نظر می‌رسد ترکیبی از تمرینات ورزشی منتخب و مصرف گانودرما اثربخشی بیشتری نسبت به هر روش به‌تنهایی دارد.

3. Fatty acid synthase
4. Acetyl-CoA Carboxylase (ACC1)

[۲۴، ۲۵]. ادمون و همکاران در تحقیقی نشان دادند که یک جلسه تمرین هوازی می‌تواند موجب کاهش سطح گلوکز خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ شود [۲۶]. در تحقیق حاضر نیز پس از دوره تمرین کاهش معنی‌داری در گلوکز ۲ ساعته مشاهده شد. برانز و همکاران در متآنالیزی عنوان کردند که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی می‌تواند موجب بهبود حساسیت به انسولین در کودکان شود [۲۷] و در طراحی تمرین برای بهبود حساسیت به انسولین باید به هر دو نوع تمرین توجه شود. از مکانیسم‌های مؤثر بر بهبود حساسیت به انسولین پس از تمرینات ورزشی می‌توان به مکانیسم‌های ملکولی مؤثر در سیگنالینگ انسولین و همچنین افزایش کمی ناقل غشایی گلوکز-۴ (GLUT4)، پس از تمرینات ورزشی منظم در سلول‌های عضلانی و همچنین افزایش تجمع GLUT4 در غشای سارکوپلاسم اشاره کرد [۳۰-۳۱]. در همین خصوص نودسن و همکاران نشان دادند که تمرینات ورزشی موجب افزایش GLUT4 در وزیکول‌های ذخیره‌ساز پاسخ‌گو به انسولین و توبول‌های T می‌شود. همچنین تجمع GLUT4 حساس به انسولین در سارکولما، غشای اندوزوم را افزایش می‌دهد [۳۱]. البته در تحقیق حاضر سطح GLUT4 عضلانی آزمودنی‌ها به خاطر تهاجمی بودن آزمون بیوپسی عضلانی، بررسی نشد که از محدودیت‌های تحقیق حاضر است. با توجه به اینکه تمرینات ورزشی می‌تواند حساسیت به انسولین را افزایش دهد، در این افراد هنگام تمرینات ورزشی و پس از تمرینات نیاز به مصرف مقادیر کمتری انسولین تزریقی است [۳۲]. با توجه به اینکه تمرینات ورزشی منظم می‌تواند حساسیت به انسولین را افزایش دهد و سطح قند خون را در طول تمرین ورزشی و همچنین ساعاتی پس از تمرین کاهش دهد، در مجموع آثار تجمعی تمرینات ورزشی منظم در کنار درمان دارویی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱، می‌تواند از آسیب‌های هیپرگلیسمی مانند گلیکوزیله شدن پروتئین‌ها و سلول‌های سایر ارگان‌های بدن جلوگیری کند و در درازمدت از عوارض میکروواسکولار و ماکروواسکولار دیابت جلوگیری شود [۳۳، ۳۴].

در گروه مصرف مکمل گانودرما کاهش ۳/۹ درصدی در قند خون ناشتا، ۵/۶ درصدی در قند خون ۲ ساعته و ۲/۸ درصدی در هموگلوبین گلیکوزیله مشاهده شد، اما این تغییرات نسبت به گروه کنترل معنی‌دار نبود. اروگلو و همکاران نیز در تحقیقی آزمایشگاهی که روی موش‌های ویستار انجام شده بود، عنوان کردند که مصرف گانودرما اثری بر کاهش قند خون موش‌های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین نداشت [۳۵] که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی داشت. اما لی و همکاران در تحقیقی که به منظور بررسی اثر گانودرما لوسیوم بر قند خون موش‌های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین شد، گزارش کردند که پس از ۲۸ روز درمان با گانودرما، وزن بدن و سطح سرمی انسولین افزایش یافت و سطح قند خون به طور معنی‌داری کاهش یافت [۳۶]. علت تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با این تحقیقات را می‌توان به تفاوت در نمونه

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی مراحل پژوهش در تحقیق حاضر توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی زابل تأیید شد. شرکت کنندگان در تحقیق و والدین آنها از روند اجرای پژوهش آگاه بودند و شرکت آنها در تحقیق به صورت داوطلبانه بود و قبل از شروع تحقیق رضایت نامه آگاهانه از بیماران و والدین آنها گرفته شد؛ همچنین آزمودنی‌ها مختار بودند که هر وقت قصد خروج از پژوهش را داشتند، آزاد باشند.

### حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

### مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: اکبر قلاوند، حسین ساکی، فرزاد ناظم؛ تحقیق و بررسی: اکبر قلاوند، نسیم خادمی طب، حافظ بهزادی نژاد، محسن بهبودی، فاطمه ضیغمی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی: اکبر قلاوند.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.



**References**

- [1] Tuomilehto J. The emerging global epidemic of type 1 diabetes. *Curr Diab Rep.* 2013; 13(6):795-804. [DOI:10.1007/s11892-013-0433-5] [PMID]
- [2] Derakhshan R, Bakhshi H. [The comparison study of magnesium serum between diabetic and non diabetic children (Persian)]. *J Guilan Univ Med Sci.* 2009; 18(71):90-4. <http://journal.gums.ac.ir/article-1-243-en.html>
- [3] Hadiyan M. [Effectiveness of Acceptance & Commitment Therapy (ACT) on separation anxiety disorders in children with type 1 diabetes (Persian)]. *Razi J Med Sci.* 2018; 24(164):21-34. <http://rjms.iums.ac.ir/article-1-3928-en.html>
- [4] Cheraghi F, Mortazavi SZ, Shamsaei F, Moghimbeigi A. [Effect of education on management of blood glucose in children with diabetes (Persian)]. *J Nurs Educ.* 2014; 3(1):1-11. <http://jne.ir/article-1-286-en.html>
- [5] Carroll AE, Marrero DG. The role of significant others in adolescent diabetes: A qualitative study. *Diabetes Educ.* 2006; 32(2):243-52. [DOI:10.1177/0145721706286893] [PMID]
- [6] Ríos JL, Francini F, Schinella GR. Natural products for the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Planta Med.* 2015; 81(12/13):975-94. [DOI:10.1055/s-0035-1546131] [PMID]
- [7] Ghalavand A, Delaramnasab M, Ghanaati S, Abdolahi gazari M. [Comparison of the effect of telenursing and aerobic training on cardiometabolic and anthropometric indices in patients with type 2 diabetes (Persian)]. *Razi J Med Sci.* 2021; 28(4):34-45. <https://rjms.iums.ac.ir/article-1-6400-en.pdf>
- [8] Bernardini AL, Vanelli M, Chiari G, Iovane B, Gelmetti C, Vitale R, et al. Adherence to physical activity in young people with type 1 diabetes. *Acta Biomed.* 2004; 75(3):153-7. [PMID]
- [9] Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN, et al. Exercise management in type 1 diabetes: A consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2017; 5(5):377-90. [DOI:10.1016/S2213-8587(17)30014-1]
- [10] Colberg SR, Laan R, Dassau E, Kerr D. Physical activity and type 1 diabetes: Time for a rewire? *J Diabetes Sci Technol.* 2015; 9(3):609-18. [DOI:10.1177/1932296814566231] [PMID] [PMCID]
- [11] Wallberg-Henriksson H, Gunnarsson R, Rössner S, Wahren J. Long-term physical training in female type 1 (insulin-dependent) diabetic patients: Absence of significant effect on glycaemic control and lipoprotein levels. *Diabetologia.* 1986; 29(1):53-7. [DOI:10.1007/BF02427281] [PMID]
- [12] Ramalho AC, de Lourdes Lima M, Nunes F, Cambuí Z, Barbosa C, Andrade A, et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2006; 72(3):271-6. [DOI:10.1016/j.diabres.2005.11.011] [PMID]
- [13] Durak EP, Jovanovic-Peterson L, Peterson CM. Randomized crossover study of effect of resistance training on glycemic control, muscular strength, and cholesterol in type I diabetic men. *Diabetes Care.* 1990; 13(10):1039-43. [DOI:10.2337/diacare.13.10.1039] [PMID]
- [14] Keypour S, Riahi H, Rafati H. [A review on the biological active compounds and medicinal properties of *Ganoderma lucidum* (Persian)]. *J Med Plants.* 2013; 12(46):13-24. <http://jmp.ir/article-1-85-en.html>
- [15] Ma HT, Hsieh JF, Chen ST. Anti-diabetic effects of *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry.* 2015; 114:109-13. [DOI:10.1016/j.phytochem.2015.02.017] [PMID]
- [16] Meneses ME, Martínez-Carrera D, Torres N, Sánchez-Tapia M, Aguilar-López M, Morales P, et al. Hypocholesterolemic properties and prebiotic effects of Mexican *Ganoderma lucidum* in C57BL/6 Mice. *PLoS One.* 2016; 11(7):e0159631. [DOI:10.1371/journal.pone.0159631] [PMID] [PMCID]
- [17] Xiao Ch, Wu Q, Zhang J, Xie Y, Cai W, Tan J. Antidiabetic activity of *Ganoderma lucidum* polysaccharides F31 down-regulated hepatic glucose regulatory enzymes in diabetic mice. *J Ethnopharmacol.* 2017; 196:47-57. [DOI:10.1016/j.jep.2016.11.044] [PMID]
- [18] Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Malcolm J, Boulay P, et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2012; 35(4):669-75. [DOI:10.2337/dc11-1844] [PMID] [PMCID]
- [19] Ghalavand A, Delaramnasab M, Afshounpour M, Zare A. [Effects of continuous aerobic exercise and circuit resistance training on fasting blood glucose control and plasma lipid profile in male patients with type II diabetes mellitus (Persian)]. *J Diabetes Nurs.* 2016;4(1):8-19. <http://jdn.zbmu.ac.ir/article-1-146-en.html>
- [20] Salem MA, AboElAsrar MA, Elbarbary NS, ElHilaly RA, Refaat YM. Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetol Metab Syndr.* 2010; 2:47. [DOI:10.1186/1758-5996-2-47] [PMID] [PMCID]
- [21] Qadir KJ, Zangana KO. Effect of swimming program on glycemic control in male adolescents with type 1 diabetes mellitus. *The Journal of sports medicine and physical fitness. J Sports Med Phys Fitness.* 2020; 60(2):302-7. [DOI:10.23736/S0022-4707.19.10053-9] [PMID]
- [22] Tunar M, Ozen S, Goksen D, Asar G, Bediz CS, Darcan S. The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications.* 2012; 26(4):348-51. [DOI:10.1016/j.jdiacomp.2012.04.006] [PMID]
- [23] Fuchsjäger-Mayrl G, Pleiner J, Wiesinger GF, Sieder AE, Quittan M, Nuhr MJ, et al. Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2002; 25(10):1795-801. [DOI:10.2337/diacare.25.10.1795] [PMID]
- [24] Ghalavand A, Motamedi P, Delaramnasab M, Khodadoust M. The effect of interval training and nettle supplement on glycemic control and blood pressure in men with type 2 diabetes. *Int J Basic Sci Med.* 2017; 2(1):33-40. [DOI:10.15171/ijbsm.2017.08]

- [25] Forga L, Goñi MJ, Chinchurreta L, Lafita FJ, Iriarte A, Fernández-Real JM. Acute exercise leads to increased HbA1c and fructosamine levels in athletes with type 1 diabetes. *Endocr Abstr.* 2013; 32:357. [DOI:10.1530/endoabs.32.P357]
- [26] Admon G, Weinstein Y, Falk B, Weintrob N, Benzaquen H, Ofan R, et al. Exercise with and without an insulin pump among children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Pediatrics.* 2005; 116(3):e348-55. [DOI:10.1542/peds.2004-2428] [PMID]
- [27] Burns RD, Fu Y, Zhang P. Resistance training and insulin sensitivity in youth: A meta-analysis. *Am J Health Behav.* 2019; 43(2):228-42. [DOI:10.5993/AJHB.43.2.1] [PMID]
- [28] Chaweewannakorn Ch, Nyasha MR, Chen W, Sekiai Sh, Tsuchiya M, Hagiwara Y, et al. Exercise-evoked intramuscular neutrophil-endothelial interactions support muscle performance and GLUT4 translocation: A mouse gnawing model study. *J Physiol.* 2020; 598(1):101-22. [DOI:10.1113/JP278564] [PMID]
- [29] Horii N, Hasegawa N, Uchida M, Iemitsu M. Increased muscle 5 $\alpha$ -dihydrotestosterone by acute resistance exercise contributes to muscle GLUT4 signaling in diabetic rats. *Med Sci Sports Exerc.* 2019; 51(6S):498. [DOI:10.1249/01.mss.0000561995.99511.fe]
- [30] Akbari N, Peeri M, Azarbayjani MA, Delfan M. [Comparison of the effect of 8 weeks of continuous and high intensity interval training on the gene expression of TIMP-2 and MMP-2 in male diabetic rats (Persian)]. *Razi J Med Sci.* 2019; 26(10):107-16. <http://rjms.iums.ac.ir/article-1-5702-en.html>
- [31] Knudsen JR, Steenberg DE, Hingst JR, Hodgson LR, Henriquez-Olguin C, Li Zh, et al. Prior exercise in humans redistributes intramuscular GLUT4 and enhances insulin-stimulated sarcolemmal and endosomal GLUT4 translocation. *Mol Metab.* 2020; 39:100998. [DOI:10.1016/j.molmet.2020.100998] [PMID] [PMCID]
- [32] Yardley JE, Iscoe KE, Sigal RJ, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC. Insulin pump therapy is associated with less post-exercise hyperglycemia than multiple daily injections: An observational study of physically active type 1 diabetes patients. *Diabetes Technol Ther.* 2013; 15(1):84-8. [DOI:10.1089/dia.2012.0168] [PMID]
- [33] Steppel JH, Horton ES. Exercise in the management of type 1 diabetes mellitus. *Rev Endocr Metab Disord.* 2003; 4(4):355-60. [DOI:10.1023/A:1027302112655] [PMID]
- [34] Firoozrai M, Nourbakhsh M, Razzaghi Azar M, Bastani AH. [Increase in erythrocyte membrane susceptibility and oxidative stress in patients with type I diabetes mellitus (Persian)]. *Razi J Med Sci.* 2004; 11(42):611-21. <http://rjms.iums.ac.ir/article-1-53-en.html>
- [35] Eroğlu HA, Beytut E. Effect of *Ganoderma lucidum* polysaccharides on oxidative damage in liver of STZ-diabetic rats. *Biomed Res.* 2018; 29(18):3436-43. [DOI:10.4066/biomedical-research.29-18-831]
- [36] Li F, Zhang Y, Zhong Zh. Antihyperglycemic effect of *Ganoderma lucidum* polysaccharides on streptozotocin-induced diabetic mice. *Int J Mol Sci.* 2011; 12(9):6135-45. [DOI:10.3390/ijms12096135] [PMID] [PMCID]