



## تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی بر کنترل قند خون در دختران مبتلا به دیابت نوع ۱

سپیده قناعتی: کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد اسلام آباد غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلام آباد غرب، ایران  
**ID** صدیقه حسین پور دلاور: استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران (\* نویسنده مسئول) [delavar2009@yahoo.com](mailto:delavar2009@yahoo.com)  
اعظم زرین کلاه: کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، آموزش پرورش ماهشهر، ماهشهر، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

دیابت نوع ۱،  
تمرینات ورزشی ترکیبی،  
کنترل قند خون،  
فروکتوزآمین

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

**زمینه و هدف:** دیابت نوع ۱ یکی از بیماری‌های متابولیک شایع در کودکان می‌باشد. هدف از انجام تحقیق حاضر تعیین اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی بر کنترل گلیسمی در دختران مبتلا به دیابت نوع ۱ بود.

**روش کار:** در تحقیق نیمه تجربی حاضر ۲۰ دختر مبتلا به دیابت نوع ۱ (سن:  $2/60 \pm 11/17$  سال، قد:  $12/10 \pm 128/41$  سانتی متر و وزن:  $28/8 \pm 32/24$  کیلوگرم)، به روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شدند و به دو گروه تمرین و کنترل تقسیم شدند. تمرینات ورزشی به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه تمرین شامل ۹۰-۶۰ دقیقه تمرینات ترکیبی انجام شد. قبل و پس از دوره مداخله خونگیری انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون های تی وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و تی مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد.

**یافته‌ها:** پس از دوره تمرین کاهش معنی داری در سطح قند خون ۲ ساعته در هر دو گروه تمرین ( $P = 0/044$ ) و کنترل ( $P = 0/02$ ) مشاهده شد. همچنین کاهش معنی داری در سطح فروکتوزآمین در گروه تمرین ( $P = 0/002$ ) مشاهده گردید. در بررسی تغییرات بین گروهی تغییرات فروکتوزآمین در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل معنی دار بود ( $P = 0/028$ )، ولی تفاوتی بین سطح قند خون ناشتا ( $P = 0/201$ ) و قند خون ۲ ساعته ( $P = 0/143$ ) بین گروه های تمرین و کنترل مشاهده نشد.

**نتیجه گیری:** با توجه به اثر تمرینات ورزشی ترکیبی بر کاهش فروکتوزآمین به عنوان شاخص کنترل گلیسمی در بیماران دیابتی می‌توان گفت که تمرینات ورزشی ترکیبی نقش مثبتی در کنترل قند خون کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ دارد و این بیماران می‌توانند برای مدیریت قند خون از برنامه تمرینات ورزشی ترکیبی استفاده نمایند.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Ghanaati S, Hosseinpour Delavar S, Zarinkolah A. The Effect of Eight Weeks of Combined Training on Glycemic Control in Girls with Type 1 Diabetes. Razi J Med Sci. 2023;29(10):33-42.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با **CC BY-NC-SA 3.0** صورت گرفته است.



Original Article

## The Effect of Eight Weeks of Combined Training on Glycemic Control in Girls with Type 1 Diabetes

**Sepideh Ghanaati:** MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Science, Islam Abad Gharb Branch, Islamic Azad University, Islam Abad Gharb, Iran

**Sedigheh Hosseinpour Delavar:** Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran (\* Corresponding author) [delavar2009@yahoo.com](mailto:delavar2009@yahoo.com)

**Azam Zarinkolah:** MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Mahshahr education, Mahshahr, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** Type 1 diabetes is one of the most common endocrine disorders in children (5), which affects approximately 1 child under the age of 18 out of every 300 to 500 people (1). Time trend evaluation studies have shown that the prevalence of type 1 diabetes in childhood is increasing in all parts of the world, and the average relative increase is 3 to 4 percent per year. Also, the age of onset of type 1 diabetes in children has decreased. It is believed that non-genetic factors are important for the development of type 1 diabetes and its increase, but scientific evidence is insufficient and the causes of this increase and the current epidemic are still unknown (6). This disease is strongly related to microvascular and macrovascular complications, whose pathophysiological mechanisms are diverse and sometimes unclear (7, 8). Improving blood sugar control in diabetic patients leads to a reduction in the incidence of chronic complications of the disease and, of course, the cost of the resulting treatment (9). The main treatment in type 1 diabetes is the use of insulin, and an important part of nursing education in these patients includes education related to diabetes management regarding glycemic control in these children (9). Carrying out regular wind activities and an active lifestyle as a non-pharmacological intervention method is effective in promoting public health and also reducing the complications of some chronic diseases (10-12). One of the positive effects of regular exercise is improving carbohydrate metabolism in metabolic disorders, which can prevent complications related to hyperglycemia (13-15). Due to the high cost of treatment, non-pharmacological methods such as regular physical activity can play an important role in glycemic control and complications caused by diabetes in these people (5). In fact, type 1 diabetes is a challenging problem to manage various physiological and behavioral symptoms. Despite the importance of regular exercise in these people, it is very difficult to manage different methods of physical activity, especially for people with type 1 diabetes, and to provide health care in these people. People with type 1 diabetes, as a part of inactive people from the general population with an unhealthy physical index, are not very willing to participate in physical activity (16). One of the factors related to the low level of physical fitness and reluctance to participate in physical activities in these people is due to the fear of hypoglycemia (5). Although regular exercise can improve the health and well-being of children with type 1 diabetes; However, there are several barriers to exercise for a person with diabetes, including fear of hypoglycemia, loss of glycemic control, and inadequate knowledge about exercise therapy; Therefore, providing an exercise program in accordance with scientific sports recommendations as well as the needs related to motor development for these people can be beneficial (16). Considering the prevalence of type 1 diabetes and its irreversible complications, especially in younger children, as well as the importance of hyperglycemia control, it is important to reduce diabetic complications in these patients (8). Although exercise can be effective in improving the health of children with type 1 diabetes; But due to the difference in research results, more research is needed to prescribe a suitable exercise program for these people, which justifies the necessity of the present research; Therefore, the current research was designed with the aim of investigating the effect of selected combined exercises on glycemic control of girls with type 1 diabetes.

### Keywords

Type 1 diabetes,  
Combined Exercise training,  
Glycemic control,  
Fructosamine

Received: 05/11/2022

Published: 02/01/2023

**Methods:** In quasi-experimental study 20 female patients with type 1 diabetes (age:  $11.17 \pm 2.60$  years, height:  $138.41 \pm 12.10$  cm, weights:  $32.24 \pm 8.28$  kg) using random sampling and they were divided into two training and control groups. Exercise training was done for eight weeks, three sessions per week and each session consisted of 60-90 minutes of combined training. Blood sampling was performed before and after the intervention period. Paired-samples t-tests were used to investigate within groups changes and independent t-tests were used to examine between groups.

**Results:** After the training period, the results a significant decrease in 2-Hour Plasma Glucose was observed in both exercise ( $P = 0.044$ ) and control ( $P = 0.022$ ) groups. There was also a significant decrease in fructosamine levels in the training group ( $P = 0.002$ ). In the study of intergroup changes, fructosamine changes in the exercise group were significant compared to the control group ( $P = 0.038$ ), but no difference was observed between level of fasting blood sugar ( $P = 0.201$ ) and 2-Hour Plasma Glucose ( $P = 0.143$ ) between exercise and control groups.

**Conclusion:** Regarding the relationship between physical activity and glycemic control in type 1 diabetes, it can be said that exercise in the training session can improve the sensitivity of insulin-sensitive cells such as muscle fibers like other people (27, 28); Admon et al showed in a study that a session of aerobic exercise can reduce blood glucose levels in patients with type 1 diabetes (29). In a meta-analysis, Burns et al stated that the combination of aerobic and resistance exercises can improve insulin sensitivity in children (30) and both types of exercises should be considered in designing exercises to improve insulin sensitivity. Among the effective mechanisms for improving insulin sensitivity after exercise, there are molecular mechanisms effective in insulin signaling, as well as a small increase in glucose membrane transporter-4 (GLUT4) after regular exercise in muscle cells, as well as an increase in GLUT4 accumulation. pointed out in the sarcoplasmic membrane (31-33). In this regard, Knudsen et al. showed that exercise increases GLUT4 in insulin-responsive storage vesicles and T tubules, and the accumulation of insulin-sensitive GLUT4 in sarcolemma and endosome membrane increases (34). Of course, in the present study, the level of muscle GLUT4 of the subjects was not checked due to the invasiveness of the muscle biopsy test, which is one of the limitations of the present study. Given that exercise can increase insulin sensitivity; In these people, during sports training and after training, it is necessary to consume smaller amounts of injectable insulin (5, 35). Considering that regular exercise can increase insulin sensitivity and reduce blood sugar levels during exercise as well as hours after exercise, in total, the cumulative effects of regular exercise along with drug treatment for patients with type 1 diabetes, It can prevent hyperglycemic damages such as glycosylation of proteins and cells of other body organs and prevent microvascular and macrovascular complications of diabetes in the long term (8, 36). Ghalavand et al showed in their research that regular exercise training increased insulin sensitivity and decreased 2-hour blood sugar (5). Although, in the present study, it was not possible to check glucose at different hours after exercise, and the fructosamine index was used as the average euglycemia of the subjects. Despite the positive benefits of fructosamine, including shorter life span and greater sensitivity to HbA1c and not being affected by factors related to hemoglobin changes, for a more accurate interpretation of fructosamine, it is necessary to check the amount of serum proteins (25), which was not measured in the present study. And it was one of the limitations of the present research. The findings of the present research showed that eight weeks of selected combined exercises improve glycemic control in the form of a decrease in serum fructosamine in girls with type 1 diabetes, and that exercise can play a positive role in the management of diabetes in these people.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Ghanaati S, Hosseinpour Delavar S, Zarinkolah A. The Effect of Eight Weeks of Combined Training on Glycemic Control in Girls with Type 1 Diabetes. Razi J Med Sci. 2023;29(10):33-42.

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

## مقدمه

دیابت شیرین شامل گروهی از اختلالات متابولیک شایع است که وجه مشترک آن‌ها فنوتیپ هیپرگلیسمی است. بر حسب اتیولوژی دیابت، عوامل دخیل در بروز هیپرگلیسمی عبارتند از کاهش ترشح انسولین، کاهش مصرف گلوکز (مقاومت به انسولین) و افزایش تولید گلوکز می‌باشند. دو گروه عمده این بیماری، دیابت نوع ۱ و ۲ نام گذاری شده‌اند (۱-۴). دیابت نوع ۱ به عنوان یکی از شایع‌ترین اختلالات اندوکرینی در کودکان می‌باشد (۵) که تقریباً از هر ۳۰۰ تا ۵۰۰ نفر، ۱ کودک زیر ۱۸ ساله را مبتلا می‌کند (۱). مطالعات ارزیابی روند زمانی نشان داده است که شیوع دیابت نوع ۱ در دوران کودکی در تمام نقاط جهان رو به افزایش است و متوسط افزایش نسبی ۳ تا ۴ درصد در هر سال می‌باشد. همچنین سن شروع دیابت نوع ۱ در کودکان پایین‌تر آمده است. اعتقاد بر این است که عوامل غیرژنتیکی برای توسعه دیابت نوع ۱ و افزایش آن اهمیت دارد، اما شواهد علمی ناکافی می‌باشند و علل این روند افزایش و اپیدمی فعلی همچنان ناشناخته است (۶). سابقه بیماری در والدین، افزایش ریسک ابتلا را به ۷٪-۳، در مقایسه با میزان ریسک کمتر از ۱٪ در جمعیت عمومی تا حدود سن ۲۰ سالگی افزایش می‌دهد. فراوانی تجمع در میان دوقلوهای همسان مبتلا به دیابت نوع ۱ کمتر از ۵۰٪ است. بنابراین، اکثر افراد استعداد ژنتیکی ابتلا به دیابت نوع ۱ را توسعه نمی‌دهند (۶). این بیماری به شدت در ارتباط با عوارض میکروو سکولار و ماکروو سکولار است که مکانیسم‌های پاتوفیزیولوژی آن‌ها متنوع و گاهی نامشخص است (۷) و بهبود کنترل قندخون در بیماران دیابتی منجر به کاهش بروز عوارض مزمن بیماری و بالطبع کاهش هزینه‌ای درمان ناشی از آن می‌گردد (۹). درمان اصلی در دیابت نوع ۱ استفاده از انسولین می‌باشد و بخش مهمی از آموزش‌های پرستاری در این بیماران شامل آموزش‌های مرتبط با مدیریت دیابت در خصوص کنترل گلیسمیک در این کودکان می‌باشد (۹).

انجام فعالیت‌های ورزشی منظم و سبک زندگی فعال به عنوان یک روش مداخله غیردارویی موثر در ارتقای سلامت عمومی و همچنین کاهش عوارض برخی بیماری‌های مزمن می‌باشد (۱۰-۱۲). یکی از اثرات مثبت

تمرینات ورزشی منظم بهبود متابولیسم کربوهیدرات در اختلالات متابولیکی می‌باشد که می‌تواند از عوارض مرتبط با هیپرگلیسمی جلوگیری کند (۱۳-۱۵). با توجه به بالا بودن هزینه‌های درمانی، روش‌های غیر دارویی مانند فعالیت جسمانی منظم می‌تواند نقش مهمی در کنترل گلیسمیک و عوارض ناشی از دیابت در مشکل چالش برانگیز برای مدیران سلامت مختلف فیزیولوژیکی و رفتاری است. با وجود اهمیت ورزش منظم در این افراد، مدیریت روش‌های مختلف فعالیت بدنی به ویژه برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ و تامین مراقبت‌های بهداشتی در این افراد بسیار دشوار است. افراد مبتلا به دیابت نوع ۱، به عنوان بخشی از افراد غیر فعال از جمعیت عمومی با شاخص بدنی ناسالم می‌باشند که تمایل چندانی برای شرکت در فعالیت بدنی را ندارند (۱۶). یکی از عوامل مرتبط با سطح پایین آمادگی جسمانی و عدم تمایل برای شرکت در فعالیت‌های بدنی در این افراد به خاطر ترس از هیپوگلیسمی می‌باشد (۵).

در خصوص اثر تمرینات ورزشی با هدف کنترل قند خون در بیماران دیابت تحقیقات محدود و متناقضی انجام شده است؛ برای مثال قدیر و زانگا گزارش کردند که سطح هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) در پسران مبتلا به دیابت نوع ۱ پس از یک دوره تمرینات شنای منظم کاهش یافت (۱۷). قلاوند و همکاران نیز در تحقیقشان گزارش کردند که تمرینات ورزشی منتخب موجب کاهش تحمل گلوکز در ۲ ساعت پس از مصرف کربوهیدرات و HbA1c نسبت به گروه کنترل شد (۵). با وجود این در متآنالیز کندی و همکاران از بررسی دوازده تحقیق ثبت شده (از جمله ۴۵۲ بیمار) گزارش کردند که با وجود اینکه تمرینات ورزشی موجب کاهش HbA1c بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ شد، ولی این تغییرات از نظر آماری آماری معنی‌دار نبود (۱۸). همچنین در تحقیقات تونار و همکاران (۱۹)، سالم و همکاران (۲۰) و فوچسجیگرمایلر و همکاران (۲۱) پس از دوره‌های تمرینات ورزشی تفاوت معنی‌داری در کنترل گلیسمی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ گزارش نکردند. این تناقض در نتایج و گپ تحقیقاتی می‌تواند بخاطر تفاوت در روش‌های تمرینی باشد که علت اصلی

استفاده تزریق انسولین بود، عدم ابتلا به بیماری های قلبی- عروقی حاد، بیماری های تنفسی و مشکلات عضلانی و اسکلتی و عدم سابقه هیپوگلیسمی مکرر در حالت استراحت یا هنگام ورزش بود. شرایط خروج از تحقیق نیز شامل غیبت متوالی بیش از ۲ جلسه تمرین، شرکت منظم در جلسات ورزشی به غیر از جلسات ورزشی این مطالعه در گروه مورد، انجام ورزش منظم در گروه شاهد، هر گونه آسیب به آزمودنی در تمرینات که منجر به ناتوانی آزمودنی برای ادامه تحقیق شود و تغییر برنامه دارویی توسط پزشک بود.

برنامه تمرین در تحقیق حاضر به صورت تمرینات منتخب ورزشی بود که به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه تمرین شامل تمرینات منتخب تحت نظارت پژوهشگر انجام شد. در برنامه تمرین پس از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه گرم کردن تمرینات اصلی به مدت ۴۵ الی ۶۰ دقیقه انجام شد. برنامه تمرین شامل تمرینات هوازی، تمرینات بی هوازی (تمرینات سرعتی و چابکی)، تمرینات مقاومتی (تمرینات مقاومتی با وزن بدن)، تمرینات عصبی-عضلانی (تمرینات با و بدون وسیله) و تمرینات انعطاف پذیری بود. برنامه حاضر یک برنامه محقق ساخته بود که با توجه به دامنه سنی کودکان سعی شد که انتخاب حرکات با هدف ارتقای حرکات بنیادی ریز و درشت در این کودکان باشد. همچنین با توجه به این نکته که ترتیب تمرین نقش مهمی در ثبات گلوکز در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ دارد تمرینات مقاومتی و بی هوازی در ابتدای تمرین انجام شد و تمرینات هوازی در آخرین مرحله تمرین انجام شد (۲۲ و ۵). همچنین در بین قسمت های مختلف تمرین زمان های استراحت برای کودکان در نظر گرفته شد. در هر زمان از تمرین اگر علائم هیپو گلیسمی (قند خون کمتر از ۶۰ میلی گرم، سرگیجه، سردرد) یا هیپرگلیسمی (قند خون بالای ۲۰۰ میلی گرم، افزایش ضربان قلب، سرخ شدن و داغ شدن پوست، تنفس شدید) ورزش قطع می شد و اقدامات پزشکی صورت می گرفت. در پایان جلسه تمرین نیز به مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه سرد کردن انجام می شد. شدت تمرینات هوازی در تحقیق حاضر ۵۰ تا ۷۰

آن نبود توصیه های علمی برای طراحی تمرین با توجه به ویژگی های این افراد می باشد. از طرف دیگر ممکن است اختلاف در نتایج به دست آمده از این تحقیقات تحت تاثیر عوامل مداخله گر دیگر از جمله میزان تزریق انسولین و یا عوامل موثر بر تغییرات هموگلوبین باشد که سطح HbA1c را تحت تاثیر قرار می دهد.

اگرچه تمرینات ورزشی منظم می تواند سلامت و تندرستی کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ را بهبود بخشد؛ با این حال، چندین مانع برای ورزش برای فرد مبتلا به دیابت نوع ۱ از جمله ترس از هیپوگلیسمی، از دست رفتن کنترل گلیسمی و آگاهی نامناسب در مورد ورزش در مانی وجود دارد؛ بنابراین آرایه یک برنامه تمرینی منطبق با توصیه های ورزشی علمی و همچنین نیازهای مرتبط با رشد حرکتی برای این افراد می تواند سودمند باشد (۱۶).

با توجه به شیوع دیابت نوع ۱ و عوارض جبران ناپذیر آن بخصوص در کودکان سنین پایین تر و همچنین اهمیت کنترل هیپرگلیسمی به منظور کاهش عوارض دیابتی در این بیماران اهمیت دارد (۸). اگر چه تمرینات ورزشی می تواند در ارتقای سطح سلامت کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ موثر باشد؛ ولی با توجه به تفاوت در نتایج تحقیقات نیاز به تحقیقات بیشتری برای تجویز برنامه ورزشی مناسب برای این افراد می باشد، که ضرورت تحقیق حاضر را توجیه می کند؛ بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات ترکیبی منتخب بر کنترل گلیسمی دختران مبتلا به دیابت نوع ۱، طراحی گردید.

## روش کار

در تحقیق نیمه تجربی حاضر ۲۰ دختر مبتلا به دیابت نوع ۱ به روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره تمرین ورزشی و کنترل تقسیم شدند. تمام مراحل تحقیق بر اساس مصوبه اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلام آباد انجام شد.

شرایط ورود به تحقیق شامل ابتلا به دیابت نوع ۱، دامنه سنی ۱۲-۸ سال، تنها درمان پزشکی مورد

در صد ضربان قلب ذخیره بیماران بود. محاسبه ضربان قلب ذخیره آزمودنی ها با استفاده از فرمول کارونن (۲۳) انجام شد.

$$\text{سن} - ۲۲۰ = \text{ضربان قلب بیشینه}$$

ضربان قلب استراحت + [درصد شدت × (ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه)] = ضربان قلب هدف  
در گروه کنترل هیچ گونه مداخله تمرین انجام نشد و تنها برنامه تمرین هفتگی خود را طبق برنامه تربیت بدنی مدرسه انجام دادند.

جهت بررسی متغیرهای وابسته خون گیری در دو مرحله ۴۸ ساعت قبل و ۷۲ ساعت پس از دوره های مداخله تمرین به صورت ناشتا در ساعت ۹-۸ صبح انجام شد و نمونه های خونی توسط کارشناسان آزمایشگاه تجزیه و تحلیل گردید. برای سنجش گلوکز خون از کیت پارس آزمون ساخت کشور ایران استفاده شد و سطح فروکتوزآمین نیز با کیت دیازیم و با روش کالری متریک اندازه گیری گردید.

برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون های تی وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون تی مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معنی داری  $P \leq 0.05$  در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

در این مطالعه به بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی بر کنترل گلیسم یک دختران مبتلا به دیابت نوع ۱ پرداخته شد. جدول ۱ مشخصات مربوط به سن، وزن، قد و درصد چربی آزمودنی های تحقیق می باشد.

در بررسی تغییرات درون گروهی نتایج آزمون تی وابسته (جدول ۲) نشان داد که کاهش معنی داری در قند خون دو ساعته در هر دو گروه تمرین ( $P = 0.044$ ) و کنترل ( $P = 0.022$ ) وجود داشت. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد، کاهش معنی داری در سطح فروکتوزآمین گروه تمرین ( $P = 0.002$ ) مشاهده شد، ولی تفاوت معنی داری در گروه کنترل مشاهده نشد ( $P = 0.429$ ).

در بررسی تغییرات بین گروهی نتایج آزمون تی مستقل (جدول ۳) نشان داد که تغییرات فروکتوزآمین در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل معنی دار بود ( $P = 0.038$ )، ولی تفاوت معنی داری در سطوح قند خون ناشتا ( $P = 0.201$ ) و قند خون ۲ ساعته ( $P = 0.143$ ) بین گروه های تحقیق مشاهده نشد.

## بحث

در بررسی اثر تمرینات ورزشی ترکیبی بر کنترل گلیسمی دختران مبتلا به دیابت نوع ۱، نتایج تحقیق

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک و تن سنجی گروه های تحقیق

گروه	سن	وزن	قد	درصد چربی بدن
تمرین	۱۰/۴۴ ± ۲/۶۱	۳۳/۹۷ ± ۱۰/۲۹	۱۳۷/۶۳ ± ۱۲/۴۱	۲۱/۴۲ ± ۴/۳۹
کنترل	۱۱/۸۹ ± ۲/۵۴	۳۰/۵۱ ± ۵/۷۶	۱۳۹/۱۹ ± ۱۲/۴۸	۲۰/۷۹ ± ۴/۰۷

جدول ۲- نتایج آزمون تی زوجی

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون	پس آزمون	t	P
قند خون ناشتا (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرین	۱۸۴/۳۳ ± ۷۸/۲۱	۱۷۲/۵۶ ± ۶۳/۴۷	۱/۳۹۹	۰/۱۹۹
گلوکز دو ساعته (میلی گرم/دسی لیتر)	کنترل	۲۱۸/۱۱ ± ۷۴/۴۳	۲۱۰/۶۷ ± ۷۰/۲۶	۱/۰۷۱	۰/۲۴۷
فروکتوزآمین (میکرومول/لیتر)	تمرین	۳۳۲/۲۲ ± ۱۲۸/۸۸	۳۰۰/۷۸ ± ۱۲۳/۳۷	۲/۳۸۲	۰/۰۴۴*
	کنترل	۴۲۹/۳۳ ± ۱۳۵/۴۲	۴۱۰/۴۴ ± ۱۲۱/۷۱	۲/۸۲۸	۰/۰۲۲*
	تمرین	۵۱۴/۳۳ ± ۹۶/۱۳	۴۴۵/۰۰ ± ۵۴/۹۰	۴/۳۷۴	۰/۰۰۲*
	کنترل	۴۸۹/۵۶ ± ۸۷/۵۵	۵۱۵/۴۴ ± ۸۱/۲۹	-۰/۸۳۳	۰/۴۲۹

\*سطح معنی داری  $P < 0.05$



جدول ۳- نتایج آزمون تی مستقل

متغیرها	گروه ها	تفاوت میانگین ها	t	P
قند خون ناشتا (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرین	$25/24 \pm 11/78$	-0/420	0/201
	کنترل	$18/90 \pm 7/44$		
گلوکز دو ساعته (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرین	$39/60 \pm 31/44$	-0/849	0/143
	کنترل	$20/04 \pm 18/89$		
فروکتوز آمین (میکرومول/لیتر)	تمرین	$47/56 \pm 69/33$	-2/729	0/038*
	کنترل	$93/24 \pm 25/89$		

\*سطح معنی داری  $P < 0/05$ 

آلبومین یک محصول پس از ترجمه در پروتئین ها می باشد و با گلیکوپروتئین که یک مولکول پروتئین است که بخش کربوهیدرات (گروه) دارد، متفاوت است. تشکیل گلیکوپروتئین یک واکنش وابسته به آنزیم است، در حالی که میزان گلیکاسیون غیر آنزیمی آلبومین بسیار بیشتر از هموگلوبین است (۲۴). فروکتوز آمین به عنوان جایگزین مناسب HbA1c برای میانگین قند خون می باشد که در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ نیز روایی دارد و استفاده می شود (۲۴ و ۲۶). قلاوند و همکاران پس از مداخله تمرین کاهش معنی داری در سطح HbA1c گزارش کردند (۵) که نشان دهنده نقش تمرین در بهبود کنترل قند خون در کودکان مبتلا به دیابت نوع ۱ است و با تحقیق مطالعه حاضر همخوانی داشت. فورگا و همکاران نیز پس از هشت ماه تمرینات هوازی کاهش معنی داری در سطح فروکتوز آمین بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت (۲۷). سالم و همکاران در ارزیابی تأثیر شش ماه تمرین ورزشی (که ترکیبی از تمرینات ورزشی هوازی با دوچرخه و تردمیل و تمرینات بی هوازی و مقاومتی) بر کنترل گلیسمی ۱۹۶ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۱، از شاخص HbA1c برای بررسی کنترل گلیسمیک طولانی مدت استفاده کردند و گزارش کردند که تمرینات ورزشی موجب کاهش سطح HbA1c در گروه های ورزش می شود (۲۰) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. اما فوجسجیگر مایلر و همکاران در تحقیقی به منظور بررسی اثر ۴ ماه تمرینات ورزشی روی ۲۶ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۱ با سابقه بیماری ۱۰ ± ۲۰ سال و بدون آنژیوپاتی آشکار، گزارش کردند

حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین اثر معنی داری بر سطح قند خون ناشتا و قند خون ۲ ساعته آزمودنی های گروه تمرین نسبت به گروه کنترل نداشت. تونار و همکاران نیز در تحقیقی با هدف بررسی اثر ۱۲ هفته تمرینات پیلاتس بر سی بیما مبتلا به دیابت نوع ۱ (سن ۱۲ تا ۱۷ سال)، پس از دوره تمرین تفاوت معنی داری در کنترل قند خون بیماران گزارش نکردند (۱۹) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. با توجه به اینکه در دیابت نوع ۱ سطوح متغیرهای مرتبط با گلیسمی شامل گلوکز ناشتا و گلوکز ۲ ساعته تحت تأثیر انسولین تزریقی می باشند، عدم تغییر این متغیرها در تحقیق حاضر قابل توجیه می باشد. البته با توجه به کاهش نیاز به تزریق انسولین به خاطر افزایش حساسیت به انسولین در اثر ورزش، می توان گفت که تمرینات ورزشی ترکیبی توانسته با کاهش دوز انسولین تزریقی موجب کاهش غیرمعنی دار قند ناشتا و قند دو ساعته شود و علاوه بر مزایای حاصل از کاهش انسولین تزریقی در هزینه های درمانی بیماران نیز صرفه جویی شود. در بررسی اثر تمرین بر سطح فروکتوز آمین که یک شاخص معتبر برای کنترل قند خون متوسط در بیماران دیابتی می باشد (۲۴ و ۲۵)، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از دوره تمرین کاهش معنی دار سطح فروکتوز آمین در گروه تمرین دیده شد و این کاهش نسبت به گروه کنترل معنی دار بود. فروکتوز آمین (amino-1-deoxy fructose)، یک کتوآمین پایدار است که محصول واکنش غیر آنزیمی گلوکز و گروه آمینه پروتئین می باشد. از آنجا که آلبومین فراوان ترین پروتئین سرم است، فروکتوز آمین عمدتاً اندازه گیری آلبومین گلیکوزیله شده است. تشکیل فروکتوز آمین از

مقادیر کمتری انسولین تزریقی می باشد (۳۵ و ۳۵). تمرینات ورزشی منظم می تواند 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، می تواند از آسیب های هیپرگلیسمی مانند گلیکوزیله شدن پروتئین ها و سلول های سایر ارگان های بدن جلوگیری کند و در دراز مدت از عوارض میکروواسکولار و ماکروواسکولار دیابت جلوگیری کند (۸ و ۳۶). فلاوند و همکاران در تحقیقشان نشان دادند که تمرینات ورزشی منظم موجب افزایش حساسیت به انسولین و کاهش قند خون ۲ ساعته شد (۵).

اگرچه در تحقیق حاضر امکان بررسی گلوکز در ساعات مختلف پس از تمرین وجود نداشت و از شاخص فروکتوزآمین به عنوان میانگین یوگلیسمی آزمودنی ها استفاده شد. با وجود مزایای مثبت فروکتوزآمین از جمله طول عمر کوتاه تر و حساسیت بیشتر به نسبت به HbA1c و تحت تأثیر نبودن به عوامل مرتبط بر تغییرات هموگلوبین برای تفسیر دقیق تر فروکتوزآمین نیاز به بررسی میزان پروتئین های سرمی می باشد (۲۵) که در تحقیق حاضر اندازه گیری نشد و از محدودیت های تحقیق حاضر بود.

### نتیجه گیری

در کل یافته های تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات ترکیبی منتخب موجب بهبود کنترل گلیسمی به صورت کاهش فروکتوزآمین سرمی در دختران مبتلا به دیابت نوع ۱ می شود که نشان دهنده نقش مثبت تمرینات ورزشی ترکیبی حاضر به عنوان الگویی برای تمرینات ورزشی دانش آموزان مبتلا به دیابت نوع ۱ می باشد.

### تقدیر و تشکر

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد ثبت شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلام آباد غرب می باشد. نویسندگان از تمامی کسانی که در این تحقیق

که تمرینات ورزشی موجب افزایش معنی داری در سطح  $VO_{2max}$  و کاهش معنی داری در دوز انسولین تزریقی در گروه تمرین می شود، اما تفاوت معنی داری در سطح HbA1c مشاهده نشد (۲۱) که نتایج این تحقیقات با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. علت این ناهمخوانی ممکن است به خاطر تفاوت در پروتکل های تمرین در دو تحقیق و یا تفاوت در شاخص کنترل گلیسمیک فروکتوزآمین نسبت به HbA1c باشد.

در خصوص رابطه بین فعالیت بدنی و کنترل گلیسمی در دیابت نوع ۱ می توان گفت که تمرینات ورزشی در جلسه تمرین می تواند همانند سایر افراد موجب بهبود حساسیت به سلول های حساس به انسولین مانند تارهای عضلانی می شود (۲۷ و ۲۸). ادمون و همکاران در تحقیقی نشان دادند که یک جلسه تمرین هوازی می تواند موجب کاهش سطح گلوکز خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ شود (۲۹). برانز و همکاران در متاآنالیزی عنوان کردند که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی می تواند موجب بهبود حساسیت به انسولین در کودکان شود (۳۰) و در طراحی تمرین برای بهبود حساسیت به انسولین باید به هر دو نوع تمرین توجه شود. از مکانیسم های موثر بر بهبود حساسیت به انسولین پس از تمرینات ورزشی می توان به مکانیسم های ملکولی موثر در سیگنالینگ انسولین و همچنین افزایش کمی ناقل غشایی گلوکز-۴ (GLUT4)، پس از تمرینات ورزشی منظم در سلول های عضلانی و همچنین افزایش تجمع GLUT4 در غشای سارکوپلاسم اشاره کرد (۳۱-۳۳). در همین خصوص نودسن و همکاران نشان دادند که تمرینات ورزشی موجب افزایش GLUT4 در وزیکول های ذخیره ساز پاسخگو به انسولین و توبول های T می شود. همچنین تجمع GLUT4 حساس به انسولین در سارکولما و غشای اندوزوم افزایش می یابد (۳۴).

البته در تحقیق حاضر سطح GLUT4 عضلانی آزمودنی ها به خاطر تهاجمی بودن آزمون بیوپسی عضلانی، بررسی نشد که از محدودیت های تحقیق حاضر می باشد. با توجه به اینکه تمرینات ورزشی می تواند حساسیت به انسولین را افزایش دهد در این افراد هنگام تمرینات ورزشی و پس از تمرینات نیاز به مصرف



A. The effect of exercise training on pulmonary function in type 2 diabetic men. *Alborz Univ Med J*. 2015;4(4):255-65.

13. Tahan P, Ghalavand A, Heydarzadi S, Maleki E, Delaramnasab M. Effects of aerobic interval training on iron stores and glycemic control in men with type 2 diabetes. *Razi J Med Sci*. 2020;27(8):105-14.

14. Hosseinpour Delavar S, Boyerahmadi A, Soleymani A, Ghalavand A. Effect of eight weeks of aerobic interval training and urtica dioica supplement on some inflammatory indicators and glycemic control in men with type 2 diabetes. *Jundishapur Sci Med J*. 2020;19(2):123-35.

15. Mohammadi F, Ghalavand A, Delaramnasab M. Effect of Circuit Resistance Training and L-Carnitine Supplementation on Body Composition and Liver Function in Men with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Jundishapur J Chronic Dis Care*. 2019;8(4):e90213.

16. 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.

17. Qadir K, Zangana K. Effect of swimming program on glycemic control in male adolescents with Type 1 diabetes mellitus. *J Sports Med Physic Fit*. 2020.

18. Kennedy A, Nirantharakumar K, Chimen M, Pang TT, Hemming K, Andrews RC, et al. Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis. *PloS One*. 2013;8(3):e58861.

19. 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 Compl*. 2012;26(4):348-51.

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(1):47.

21. 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.

22. 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;DC\_111844.

23. Ghalavand A, Delaramnasab M, Afshounpour M, Zare A. Effects of continuous aerobic exercise and

## References

1. Derakhshan R, Bakhshi H. The Comparison Study of Magnesium Serum between Diabetic and Non Diabetic Children. *J Guilan Univ Med Sci*. 2009;18(71):90-4.

2. Ghalavand A, Shakeryan S, Nikbakht M, Mehdipour A, Monazamnezhad A, Delaramnasab M. Effects of aerobic training on cardiorespiratory factors in men with type 2 Diabetes. *J Diabetes Nurs*. 2014;2(2):8-17.

3. Ghalavand A, Shakerian S, Zakerkish M, Shahbazian H, MonazamNejad A. The Effect of Resistance Training on Anthropometric Characteristics and Lipid Profile in Men with Type 2 Diabetes Referred to Golestan Hospital. *Jundishapur Sci Med J*. 2017;13(6):709-20.

4. Ahmadi R, Foroutan M, Alinavaz M. Individual characteristics, common clinical features and diet history in patients with type 1 and 2 diabetes in Eslamshahr-Tehran. *Razi J Med Sci*. 2016;22(139):93-102.

5. Ghalavand A, Saki H, Nazem F, Khademitab N, Behzadinezhad H, Behbodi M, et al. The Effect of Ganoderma Supplementation and Selected Exercise Training on Glycemic Control in Boys With Type 1 Diabetes. *Jundishapur J Med Sci*. 2021;20(4):356-65.

6. Tuomilehto J. The emerging global epidemic of type 1 diabetes. *Curr Diabetes Rep*. 2013;13(6):795-804.

7. Ríos JL, Francini F, Schinella GR. Natural products for the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Planta Med*. 2015;81(12/13):975-94.

8. Firoozrai M, Nourbakhsh M, Razzaghi Azar M, Bastani AH. Increase in Erythrocyte Membrane Susceptibility and Oxidative Stress in Patients with Type I Diabetes Mellitus. *Razi J Med Sci*. 2004;11(42):611-21.

9. Cheraghi F, Mortazavi S, Shamsaei F, Moghimbeigi A. Effect of education on management of blood glucose in children with diabetes. *J Nurs Educ*. 2014;3(1):1-11.

10. Jafari A, Farajpour KS, Alipour M. Effect of one-month concurrent training with or without caffeine supplementation on resting energy expenditure and leptin resistance in overweight women. *Daneshvar Med*. 2019.

11. Monazamnezhad A, Habibi A, Majdinasab N, Ghalavand A. The effects of aerobic exercise on lipid profile and body composition in women with multiple sclerosis. *Jundishapur J Chron Dis Care*. 2015;4(1).

12. Afshounpour M, Ghalavand A, Rezaee R, Habibi

circuit resistance training on fasting blood glucose control and plasma lipid profile in male patients with type II diabetes mellitus. *J Diabetes Nurs*. 2016;4(1):8-19.

24. Bagheri A, Ghalavand A, Salvand G, Kamounzadeh A, Akram M. Effects of 8-week aerobic exercise on blood glycemic indexes and anthropometric of patients with type 2 diabetes in the Dezful. *J Sci Res Dev*. 2015;2(1):89-94.

25. Malmström H, Walldius G, Grill V, Jungner I, Gudbjörnsdóttir S, Hammar N. Fructosamine is a useful indicator of hyperglycaemia and glucose control in clinical and epidemiological studies—cross-sectional and longitudinal experience from the AMORIS cohort. *PloS One*. 2014;9(10).

26. Chalew S, Kamps J, Jurgen B, Gomez R, Hempe J. The relationship of glycemic control, insulin dose, and race with hypoglycemia in youth with type 1 diabetes. *J Diabetes Compl*. 2020:107519.

27. Forga L, Goni MJ, Chinchurreta L, Lafita FJ, Iriarte A, Manuel F-RJ, editors. Acute exercise leads to increased HbA1c and fructosamine levels in athletes with type 1 diabetes. 15th European Congress of Endocrinology; 2013: BioScientifica.

28. 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.

29. 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-e55.

30. 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.

31. Chaweewannakorn C, Nyasha MR, Chen W, Sekiai S, 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.

32. Horii N, Hasegawa N, Uchida M, Iemitsu M. Increased Muscle 5alpha-dihydrotestosterone By Acute Resistance Exercise Contributes To Muscle GLUT4 Signaling In Diabetic Rats: 1875: Board# 31 May 30 2: 00 PM-3: 30 PM. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(6):498.

33. 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. *Razi J Med Sci*. 2019;26(10):107-16.

34. Knudsen JR, Steenberg DE, Hingst JR, Hodgson LR, Henriquez-Olguin C, Li Z, et al. Prior exercise in humans redistributes intramuscular GLUT4 and enhances insulin-stimulated sarcolemmal and

endosomal GLUT4 translocation. *Mol Metab*. 2020:100998.

35. 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.

36. Steppel JH, Horton ES. Exercise in the management of type 1 diabetes mellitus. *Rev Endocrine Metab Disord*. 2003;4(4):355.