

Comparing the level and intensity of physical activity in pregnant women with gestational diabetes and healthy pregnant women

Mehdi Zarei¹, Ali Gohari^{2*}, Zeynab Sadat Hosseini³

1. Assistant professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Neyshabur, Neyshabur, Iran
2. Assistant professor, Department of Biochemistry and Nutrition, Faculty of Medicine, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.
3. Cellular and Molecular Research Center, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

Received: 2023/02/28

Accepted: 2023/09/29

Abstract

Introduction: Regular physical activity during pregnancy is associated with a reduced risk of gestational diabetes. The aim of the present study was to evaluate and compare the level and intensity of physical activity in pregnant women with gestational diabetes and healthy pregnant women.

Materials and Methods: This case-control study was conducted on 100 referring pregnant women (50 pregnant women with gestational diabetes and 50 healthy pregnant women) with purposeful sampling from available samples with an age range of 25-35 years. Physical activity level was measured using the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ). Mann-Whitney u test was used to compare the level and intensity of physical activity of two groups.

Results: The level of physical activity at home ($p=0.013$), Transportation activity ($p=0.000$) and total physical activity ($p=0.012$) in the gestational diabetes group was significantly lower compared to the healthy pregnant group. There was no significant difference in occupational physical activity ($p=0.815$) and Sports/exercise activities ($p=0.104$) between the two groups. The activities with light intensity ($p=0.042$) and moderate intensity ($p=0.030$) in the gestational diabetes group were significantly lower than the healthy group. No significant difference was observed in high-intensity activities ($p=0.315$) and sedentary behaviors ($p=0.114$) between the two groups.

Conclusion: The results of the present study showed that the level of physical activity and activities with light and moderate intensity in pregnant women with gestational diabetes are lower than in healthy pregnant women, hence the development of prevention programs with aim of increasing the level of physical activity is necessary.

***Corresponding Author:** Ali Gohari
Address Department of Biochemistry and Nutrition, Faculty of Medicine, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar
Tel: 05144018334
E-mail: gohari.biochem@gmail.com

Keywords: Healthy Lifestyle, Sedentary Behavior, Diabetes Mellitus

How to cite this article: Zarei M., Gohari A., Hosseini ZS. Comparing the level and intensity of physical activity in pregnant women with gestational diabetes and healthy pregnant women, Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 2023; 30(1):117-129.

Introduction

Gestational diabetes mellitus (GDM) is defined as diabetes or glucose intolerance that occurs for the first time during pregnancy. Although diagnostic criteria vary, gestational diabetes is a common complication of pregnancy, affecting approximately 14–20% of pregnancies, with as many as 28% in some parts of the world. Current management and treatment options include lifestyle changes, for example, more physical activity and improving diet quality through medical nutrition therapy.

For a long time, physical activity has been prescribed for patients with diabetes due to the improvement of blood glucose and insulin sensitivity. However, there have always been debates and challenges regarding physical activity and exercise during pregnancy. For this reason, about 80% of pregnant women are physically inactive, which increases this inactivity in the last trimester of pregnancy. Some studies have even reported that women usually decrease their physical activity as pregnancy progresses and spend most of their day being sedentary (up to 60%), which may increase the chances of developing gestational diabetes.

Despite confirming the role of physical activity in improving insulin sensitivity and glucose homeostasis and that physical activity has been established as a protective factor for type 2 diabetes, studies and evidence related to the benefits of physical activity in the prevention of gestational diabetes as it is expected that it is not sufficient and convincing. Basically, the data related to physical activity and gestational diabetes are less extensive and convincing. Several studies, but not all studies have reported an inverse association between physical activity and the risk of gestational diabetes. However, even among studies that reported an inverse association, the strength of this association with relative risk reduction varied from 10 to 30 to 50 to 90%.

In fact, women with gestational diabetes want to receive clear and practical messages from reliable sources about physical activity during pregnancy. Despite the guidelines and recommendations for lifestyle and especially physical activity in pregnant mothers and especially pregnant mothers with gestational diabetes, it is not clear to what extent they follow the recommendations and guidelines and whether there is a difference between healthy and affected pregnant mothers. Is there a difference in physical activity due to gestational diabetes or

not? Therefore, the aim of the present study was to evaluate and compare the level and intensity of physical activity in pregnant mothers with gestational diabetes and healthy ones.

Methodology

This case-control study was conducted on 100 pregnant women (50 pregnant women with gestational diabetes and 50 healthy pregnant women) referred to Mobini Sabzevar Hospital in 2022. The subjects were in the age range of 25 to 35 years. The criterion for diagnosing gestational diabetes in mothers was considered based on the criteria and indicators of the American Diabetes Association and gestational diabetes was diagnosed with the second OGTT test. This project was approved by the ethics committee of Sabzevar University of Medical Sciences with the ethics code IR.MEDSAB.REC.1400.013.

To determine the level of physical activity in pregnant mothers, the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ), which is related to physical activity during pregnancy, was used. The activities were also classified by type (home activity, transportation, occupational, Sports/exercise) and the total number of hours spent per week in each type of activity was calculated. The activities of the pregnancy physical activity questionnaire, light and higher intensity activities, were summed up to obtain the average hours of exercise per week for the whole activity. In addition, each activity was classified according to intensity: sedentary (less than 1.5 MET), light (1.5-3 MET), moderate (3-6 MET) and vigorous (above 6 MET) and the total number of hours MET per week, the cost was calculated at each intensity level. To calculate the intensity of the activity, the amount of each activity is multiplied by the time spent during a day or during a week.

In order to test the normality of the data, the Shapiro-Wilk test was used. If the data were normal, parametric statistical methods were used. To compare the data of two groups, the U-Mann-Whitney test was used for non-parametric data and the independent t-test was used for parametric data. Spearman's correlation coefficient was used to check the correlation between variables.

Results

The results showed that the amount of physical activity at home ($p=0.013$), transportation activity

($p=0.000$) and the total amount of physical activity ($p=0.012$) in the gestational diabetes group compared to the healthy group. The significance was lower. There was no significant difference in

the amount of occupational activity ($p=0.815$) and Sports/exercise activities ($p=0.104$) between two groups of healthy pregnant women and gestational diabetes.

Table 1. Comparison of physical activity level and some research variables between healthy and gestational diabetes groups

	Healthy pregnant (n=50)	Gestational diabetes (n=50)	P value
Weight (kg)	66.70±8.25	69.60±8.77	0.092
Body index mass(kg/m ²)	25.51±2.88	26.89±3.17*	0.026
Pregnancy frequency	2.24±1.03	2.54±1.09	0.142
By Activity			
Home (MET-h/wk)	112.18±4.73	95.33±7.60*	0.013
Transportation (MET-h/wk)	18.26±1.50	11.49±1.12*	0.000
Occupational (MET-h/wk)	28.73±6.49	27.78±6.59	0.815
Sports/exercise (MET-h/wk)	11.77±1.21	10.66±1.87	0.104
Total (MET-h/wk)	170.95±7.12	145.28±12.53*	0.012
By Intensity			
Sedentary (<1.5 METs)	22.72±2.03	19.09±1.52	0.114
Light (1.5– < 3 METs)	107.41±5.30	91.95±7.04*	0.042
Moderate (3–6 METs)	28.59±3.93	24.18±4.32*	0.030
Vigorous (< 6.0 METs)	10.83±1.10	9.60±1.65	0.315

* Significant difference compared to the healthy pregnant group

The average activities with light intensity ($p=0.042$) and moderate intensity ($p=0.030$) in pregnant women with gestational diabetes were significantly lower than healthy pregnant women. No significant difference was observed in high-intensity activities ($p=0.315$) and sedentary behaviors ($p=0.114$) between the two groups. Inverse and significant relationship between body mass index and physical activity at home ($r = -0.270$, $p = 0.035$), transfer activity ($r = -0.309$, $p = 0.031$) and total physical activity ($p = 0.041$, $r = -0.260$) was observed.

Discussion

Few studies have investigated and compared the level of physical activity in healthy pregnant subjects with gestational diabetes. Some studies found that women with gestational diabetes do not

have a satisfactory level of nutrition and physical activity. Javid et al. (2016) did not observe a significant difference in the levels of low-intensity physical activity between the healthy pregnant mothers and those with gestational diabetes, but similar to the present study, moderate-intensity physical activity in the gestational diabetes group was significantly lower than the healthy group. Sitzberger et al. (2020) also similar to the present study, did not observe a difference in sports and combined exercises between healthy pregnant mothers and those with gestational diabetes.

Some studies reported that women who had little physical activity in early pregnancy were four times more likely to develop gestational diabetes compared to women who reported high levels of physical activity. Also, a significant relationship was observed between the intensity of sedentary,

light and moderate physical activity and reducing the risk of diabetes. Similar to the present study, Oken et al reported that light to moderate activity during pregnancy may reduce the risk of abnormal glucose tolerance and GDM.

Overall, animal studies have shown that exercise improves insulin sensitivity, lipid metabolism, and glucose tolerance by improving insulin and lipid signaling pathways in the liver in diabetic and obese pregnant rodents. A similar result can be observed in humans. Regular physical activity leads to a decrease in blood glucose concentration in both fasting and postprandial states. The researchers suggest that higher levels of IL-6 in more active women represent muscle-derived IL-6, which is anti-inflammatory and is associated with increased lipolysis and fat oxidation, as well as inhibition of TNF- α , which in turn leads to improved sensitivity. It turns into insulin. Also, one of the most important effects of sports training is the increase in the oxidative capacity of skeletal muscles, so that the speed of fat oxidation in the

whole body improves. More research is needed to clarify the mechanisms underlying the effects of physical activity during pregnancy.

Conclusion

The results of the present study showed that the level of physical activity and the intensity of activities with light and moderate intensity in pregnant women with gestational diabetes are lower than in healthy pregnant women, hence the development of prevention programs with the aim of increasing the level of physical activity is necessary.

Acknowledgment

We would like to thank all the people who cooperated in this research.

Conflict of Interest: The authors declare that there are no conflict of interest regarding the publication of this manuscript.

مقایسه سطح و شدت فعالیت بدنی در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری و باردار سالم

مهدی زارعی^۱، علی گوهری^{۲*}، زینب سادات حسینی^۳

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، نیشابور، ایران
۲. استادیار، گروه بیوشیمی و تغذیه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۳. دانشجوی پزشکی، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۹

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت بدنی منظم در دوران بارداری با کاهش خطر ابتلا به دیابت بارداری مرتبط است. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی و مقایسه سطح و شدت فعالیت بدنی در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری و زنان باردار سالم بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مورد-شاهدی روی ۱۰۰ زن باردار مراجعه‌کننده (۵۰ زن باردار مبتلا به دیابت بارداری و ۵۰ زن باردار سالم) با نمونه‌گیری به شکل هدفمند و از نمونه‌های در دسترس با دامنه سنی ۳۵-۲۵ سال انجام شد. سطح فعالیت بدنی با استفاده از پرسش‌نامه فعالیت بدنی بارداری (PPAQ) ارزیابی شد. برای مقایسه سطح و شدت فعالیت بدنی در دو گروه از آزمون یومن ویتنی استفاده شد.

یافته‌ها: میزان فعالیت بدنی در منزل ($p=0/013$)، فعالیت نقل و انتقال ($p=0/000$) و کل فعالیت بدنی ($p=0/012$) در گروه دیابت بارداری در مقایسه با گروه باردار سالم به‌طور معناداری پایین‌تر بود. تفاوت معناداری در میزان فعالیت در محل کار ($p=0/015$) و فعالیت‌های ورزشی و سرگرمی ($p=0/004$) بین دو گروه مشاهده نشد. میانگین فعالیت‌های با شدت سبک ($p=0/042$) و شدت متوسط ($p=0/030$) در گروه دیابت بارداری به‌طور معناداری نسبت به گروه سالم پایین‌تر بود. تفاوت معناداری در فعالیت‌های با شدت بالا ($p=0/0315$) و رفتارهای کم‌تحرک ($p=0/0114$) بین دو گروه مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد سطح فعالیت بدنی و شدت فعالیت‌های با شدت سبک و متوسط در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری نسبت به زنان باردار سالم، پایین‌تر است، از این رو توسعه برنامه‌های پیشگیری با هدف افزایش سطح فعالیت بدنی ضروری می‌باشد.

* نویسنده مسئول: علی گوهری

نشانی: دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دانشکده پزشکی، گروه بیوشیمی و تغذیه
تلفن: ۰۵۱۴۴۰۱۸۳۳۴
رایانامه:

gohari.biochem@gmail.com

شناسه ORCID: 0000-0001-8797-0330

شناسه ORCID نویسنده اول: 0000-0002-4616-2166

کلیدواژه‌ها:

سبک زندگی سالم، رفتار کم‌تحرک، دیابت شیرین

۱. مقدمه

دیابت بارداری^۱ (GDM) به عنوان دیابت یا تحمل نکردن گلوکز که برای اولین بار در حین بارداری رخ می‌دهد تعریف می‌شود (۱). دیابت بارداری یک عارضه شایع بارداری محسوب می‌گردد و تقریباً ۱۴ تا ۲۰ درصد از بارداری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد که شیوع آن در برخی از نقاط جهان به ۲۸ درصد نیز می‌رسد (۲). اضافه

وزن و چاقی، فشار خون بالا و تأخیر در سن مادر شدن به افزایش شیوع دیابت بارداری کمک می‌کند. زنان مبتلا به دیابت بارداری تا ۷۰ درصد احتمال پیشرفت به دیابت نوع ۲ (T2DM) را در ۲۸ سال پس از زایمان دارند (۳). دیابت بارداری همچنین خطر ماکروزومی، هیپوگلیسمی و تغییرات اپی ژنتیکی را در نوزاد افزایش می‌دهد و در نتیجه نسل جدیدی مستعد ابتلا به چاقی و دیابت

2 Type 2 Diabetes Mellitus

1 Gestational Diabetes Mellitus

Copyright © 2023 Sabzevar University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution- Non Commercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

Published by Sabzevar University of Medical Sciences.

بارداری مطابق با دستورالعمل‌های توصیه‌شده در تمرینات ورزشی شرکت نمی‌کنند و غیرفعال می‌باشند (۱۴).

علی‌رغم تأیید نقش فعالیت بدنی در بهبود حساسیت به انسولین و هموستاز گلوکز و اینکه فعالیت بدنی به‌عنوان یک عامل محافظتی برای دیابت نوع ۲ شناخته شده است (۱۵) مطالعات و شواهد مربوط به فواید فعالیت بدنی در پیشگیری از دیابت بارداری قانع‌کننده نیست (۱۶، ۱۷) و نتایج متفاوت و ضد و نقیضی گزارش شده است (۱۸-۲۲). برخی از مطالعات، ارتباط معکوسی بین فعالیت بدنی و خطر دیابت بارداری را گزارش کرده‌اند (۲۰، ۲۳-۲۶) اما برخی از مطالعات از این یافته‌ها حمایت نمی‌کنند (۲۷-۳۱). حتی در میان مطالعاتی که ارتباط معکوس را گزارش کرده‌اند، قدرت این ارتباط با کاهش خطر نسبی از ۱۰ تا ۳۰ تا ۵۰ تا ۹۰ درصد متفاوت بوده است (۱۵). اونه‌آ و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه فراتحلیل گزارش کردند که فعالیت بدنی بالاتر پیش از دوران بارداری با کاهش ۳۶ درصدی خطر نسبی دیابت بارداری همراه است. فعالیت بدنی در دوران بارداری نیز با کاهش خطر ابتلا به دیابت بارداری همراه بود اما احتمالاً به دلیل تعداد مطالعات اندک، از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۵).

تجربه برخی عوارض دوران بارداری، از جمله دیابت بارداری ممکن است بر نگرش زنان نسبت به فعالیت بدنی در این دوران تأثیرگذار باشد. برای بهبود مشارکت در فعالیت بدنی در زنان مبتلا به دیابت بارداری، داده‌های بیشتری موردنیاز است تا به پزشکان کمک کند نگرش مادران باردار را نسبت به فعالیت بدنی در دوران بارداری و دلایلی که چرا آنها در فعالیت بدنی شرکت نمی‌کنند، درک کنند. این اطلاعات می‌تواند برای توسعه مداخلات فعالیت بدنی ویژه دیابت بارداری و تشویق آن‌ها به افزایش فعالیت بدنی مورد استفاده قرار گیرد. در واقع زنان مبتلا به دیابت حاملگی خواهان دریافت پیام‌های واضح و عملی از منابع معتبر در مورد فعالیت بدنی در دوران بارداری هستند (۱۴). متأسفانه در حال حاضر بیشتر زنان باردار تصور می‌کنند مجاز به انجام هر گونه فعالیت بدنی نیستند و اطلاعات کافی در مورد مدت‌زمان و نوع فعالیت‌های بدنی مناسب ندارند (۱۴).

با وجود دستورالعمل‌ها و توصیه‌های سبک زندگی و به‌ویژه فعالیت بدنی در مادران باردار و به‌ویژه مادران باردار مبتلا به دیابت بارداری، مشخص نیست که تا چه حد توصیه‌ها و دستورالعمل را رعایت می‌کنند و اینکه آیا بین مادران باردار سالم و مبتلا به دیابت بارداری تفاوتی در میزان فعالیت بدنی مشاهده می‌شود یا خیر؟ از این رو هدف مطالعه حاضر ارزیابی و مقایسه سطح و شدت فعالیت

نوع ۲ در مراحل بعدی زندگی است (۴). مکانیسم‌های دقیق زمینه‌ساز ابتلا به دیابت بارداری تاکنون ناشناخته مانده است. به‌نظر می‌رسد تغییرات هورمونی ناشی از جفت در نقص عملکرد انسولین و اختلال تحمل نکردن گلوکز دخیل باشد (۵).

گزینه‌های مدیریت و درمان فعلی دیابت بارداری شامل اصلاح سبک زندگی، از جمله فعالیت بدنی بیشتر و بهبود کیفیت رژیم غذایی است (۶). هم‌زمان با کاهش تحرک در زنان باردار و افزایش وزن و به دنبال آن افزایش احتمال دیابت بارداری، برای پیشگیری از عوارض ناخواسته آن در دوران بارداری برای مادر و کودک، استراتژی‌های پیشگیرانه موردنیاز است.

مدهاست که فعالیت بدنی به دلیل بهبود قند خون و حساسیت به انسولین برای بیماران مبتلا به دیابت تجویز می‌شود (۷). با این حال، همیشه در مورد فعالیت بدنی و ورزش در دوران بارداری بحث و چالش وجود داشته است (۸). به همین دلیل، حدود ۸۰ درصد از زنان باردار از نظر بدنی غیرفعال هستند که این تحرک نداشتن را در سه ماهه آخر بارداری افزایش می‌دهد (۹). امروزه مشخص شده است که فعالیت بدنی مزایای زیادی هم برای جنین و هم برای مادر دارد. از جمله مزایای مادر، کاهش گرفتگی عضلات، بهبود کمر درد، ادم، افسردگی، بی‌اختیاری ادرار، مدت‌زمان زایمان و یبوست و همچنین کاهش تعداد سزارین‌های مادر می‌باشد، علاوه بر این، فعالیت بدنی منظم در قبل و طول دوران بارداری خطر ابتلا به دیابت بارداری را کاهش می‌دهد (۱۰). فعالیت بدنی با افزایش جذب گلوکز در عضلات اسکلتی، افزایش تراکم میتوکندری و افزایش بیان پروتئین‌های ناقل گلوکز که در تمرینات هوازی مشاهده می‌شود در کاهش گلوکز خون و در نتیجه پیشگیری از ابتلا به دیابت بارداری مؤثر می‌باشد (۱۱). در حال حاضر به زنان توصیه می‌شود که ۱۵۰ تا ۳۰۰ دقیقه در هفته، در فعالیت بدنی هوازی با شدت متوسط هم در دوران بارداری و هم بعد از زایمان شرکت کنند (۱۲) زیرا ارتباط معکوس بین فعالیت بدنی و افزایش وزن بیش‌ازحد در بارداری، افسردگی پس از زایمان و همچنین دیابت بارداری وجود دارد (۱۱). با وجود این فواید، مطالعات نشان داده است تنها ۲۳ تا ۲۹ درصد از زنان باردار این توصیه‌ها و دستورالعمل‌ها را برآورده می‌کنند (۱۱). حتی برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که زنان معمولاً با پیشرفت بارداری، فعالیت بدنی خود را کاهش می‌دهند (۱۳) و بیشتر روز خود را در حال بی‌تحرکی (تا ۶۰ درصد) می‌گذرانند که این شرایط ممکن است احتمال ابتلا به دیابت بارداری را افزایش دهد. هریسون^۱ و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که بیش از ۶۰ درصد از زنان مبتلا به دیابت

بدنی در مادران باردار مبتلا به دیابت بارداری و سالم بود.

۲. مواد و روش

این مطالعه مورد-شاهدی روی ۱۰۰ زن باردار (۵۰ زن باردار مبتلا به دیابت بارداری و ۵۰ زن باردار سالم) مراجعه کننده به بیمارستان مبینی سبزوار در سال ۱۴۰۱ انجام شد. نمونه‌گیری به شکل هدفمند و از نمونه‌های در دسترس انجام شد. از تمام شرکت کنندگان واجد شرایط که تمایل به شرکت در مطالعه داشتند ثبت‌نام به عمل آمد. در بازه زمانی اجرای مطالعه زنان بارداری که علاوه بر معیارهای ورود به مطالعه، ملاک تشخیص دیابت بارداری را داشتند در گروه دیابت بارداری و زنانی که فاقد دیابت بارداری بودند در گروه کنترل قرار گرفتند. به محض تکمیل تعداد آزمودنی‌های هر گروه، فرایند اخذ رضایت‌نامه و آگاه‌سازی اهداف مطالعه انجام شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان باردار در دامنه سنی بین ۲۵ تا ۳۵ سال، سن حاملگی بین ۲۴ تا ۲۸ هفته، حاملگی تک قلو، کمتر از ۴ بارداری، نداشتن سابقه ماکروزومی (وزن تولد بیش از ۴۰۰۰ گرم) در حاملگی‌های قبلی، نداشتن سابقه مرگ‌ومیر نوزادان در بارداری قبلی، نداشتن سابقه ناهنجاری نوزاد یا جنین در بارداری قبلی، نداشتن سابقه خانوادگی دیابت نوع دوم، نداشتن دیابت بارداری قبلی، نداشتن سابقه سقط مکرر بیش از دو بار، نبود بیماری مزمن شناخته شده (فشار خون، بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های کلیوی) بود. علاوه بر معیارهای فوق، معیارهای ورود به مطالعه برای گروه دیابت بارداری شامل آزمون مثبت گلوکز و تأیید ابتلا به دیابت بارداری و برای گروه کنترل (گروه باردار سالم) تأیید مبتلا نبودن به دیابت بارداری) در نظر گرفته شد. نمونه‌های ثبت‌نام شده براساس معیار ابتلا و مبتلا نبودن به دیابت بارداری در دو گروه دیابت بارداری و باردار سالم قرار گرفتند. ملاک تشخیص دیابت بارداری در مادران براساس معیارها و شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا در نظر گرفته شد (۳۲) و ابتلای دیابت بارداری با تست^۱ OGTT نوبت دوم توسط پزشک معتمد تشخیص داده شد. این طرح توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی سبزوار با کد اخلاق IR.MEDSAB.REC.1400.013 تصویب شد.

توضیحات کامل درخصوص اهداف و روش مطالعه به آزمودنی‌ها داده شد و رضایت‌نامه آگاهانه توسط آزمودنی‌ها تکمیل گردید. به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که کلیه اطلاعات آنها

به صورت محرمانه باقی خواهد ماند. متغیرها و شاخص‌های آنتروپومتری آزمودنی‌ها شامل قد، وزن و شاخص توده بدنی با شرایط استاندارد اندازه‌گیری شد. وزن آزمودنی‌ها با ترازوی پزشکی سوهنل^۲ آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد آنها توسط متر نواری با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد.

برای تعیین سطح فعالیت بدنی در مادران باردار از پرسش‌نامه فعالیت بدنی بارداری^۳ (PPAQ) که مربوط به فعالیت بدنی در دوران بارداری است استفاده شد. این پرسش‌نامه از طریق مصاحبه با آزمودنی‌ها تکمیل شد. روایی نسخه اصلی پرسش‌نامه فعالیت بدنی بارداری چاسن تا بر و همکاران (۲۰۰۴) تأیید شد (۳۳). روایی نسخه فارسی این پرسش‌نامه در مطالعات کاظمی^۴ و همکاران (۲۰۱۹) (۳۴) و عباسی و همکاران (۲۰۱۵) (۳۵) و پایایی پرسش‌نامه در ایران با آلفای کرونباخ ۰/۸۱ (۳۵) و ۰/۸۵ (۳۶) تعیین شد. این پرسش‌نامه از دو بخش تشکیل شده است. در بخش اول، اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فردی و در بخش دوم این پرسش‌نامه، نوع فعالیت را به چهار گروه که شامل فعالیت در منزل (۱۶ سؤال)، نقل و انتقال (۳ سؤال)، فعالیت در محل کار (۵ سؤال)، سرگرمی و ورزش (۸ سؤال) تقسیم می‌کند و شدت فعالیت را براساس مت^۵ (MET) که واحدی برای تخمین خرج متابولیک در فعالیت جسمانی است به دست آمد. زمان صرف شده در هر فعالیت در شدت آن ضرب شد تا به معیاری از هزینه انرژی هفتگی (مت در ساعت در هفته) منتسب به هر فعالیت برسد. فعالیت‌ها نیز براساس نوع (فعالیت منزل، نقل و انتقال، محل کار، تمرینات ورزشی و سرگرمی) طبقه‌بندی شدند و مجموع تعداد ساعات مت در هفته در هر نوع فعالیت محاسبه شد. فعالیت‌های پرسش‌نامه فعالیت بدنی بارداری فعالیت‌های شدت سبک و بالاتر برای به دست آوردن میانگین ساعات مت در هفته برای کل فعالیت جمع‌بندی شدند. علاوه بر این، هر فعالیت براساس شدت طبقه‌بندی شد: بی‌حرکی (کمتر از ۱/۵ مت)، سبک (بین ۱/۵-۳)، متوسط (بین ۳-۶ مت) و شدید (بالاتر از ۶ مت) و مجموع تعداد ساعات مت در هفته هزینه در هر سطح شدت محاسبه شد. برای محاسبه شدت فعالیت، مقدار مت هر فعالیت در مدت‌زمان صرف شده در طی یک روز یا طی یک هفته ضرب می‌شود.

به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^۶ استفاده شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها، روش‌های آماری

4 Kazemi
5 Metabolic Equivalent Test
6 Shapiro-Wilk test

1 Oral Glucose Tolerance Test
2 Soehnle
3 Pregnancy physical activity questionnaire

۳. یافته‌ها

اطلاعات و مشخصات آنترپومتری و توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد وزن ($p=0/092$) و تعداد دفعات بارداری ($p=0/142$) آزمودنی‌ها در دو گروه سالم و دیابت بارداری تفاوت معناداری وجود ندارد. با این حال، وزن آزمودنی‌ها در گروه دیابت بارداری بالاتر بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها در گروه دیابت بارداری به‌طور معناداری نسبت به گروه سالم به‌طور معناداری بالاتر بود ($p=0/026$).

پارامتریک به‌کار گرفته شد. از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شد. برای مقایسه داده‌های دو گروه برای داده‌های ناپارامتری از آزمون یو من ویتنی^۱ و برای داده‌های پارامتری از آزمون تی مستقل^۲ استفاده شد. برای بررسی همبستگی بین متغیرها از ضریب همبستگی اسپیرمن^۳ استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ انجام شد و برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

جدول ۱. اطلاعات آنترپومتری و توصیفی آزمودنی‌ها

مقادیر p	گروه دیابت بارداری (تعداد=۵۰ نفر)	گروه باردار سالم (تعداد=۵۰ نفر)	
۰/۹۷۱	۲۹/۶۴±۶/۸۸	۲۹/۶۸±۳/۷۸	سن (سال)
۰/۴۴۷	۱/۶۰±۰/۰۴	۱/۶۱±۰/۰۶	قد (متر)
۰/۰۹۲	۶۹/۶۰±۸/۷۷	۶۶/۷۰±۸/۲۵	وزن (کیلوگرم)
۰/۰۲۶	۲۶/۸۹±۳/۱۷*	۲۵/۵۱±۲/۸۸	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
۰/۱۴۲	۲/۵۴±۱/۰۹	۲/۲۴±۱/۰۳	دفعات بارداری

* تفاوت معنادار نسبت به گروه باردار سالم

دو گروه باردار سالم و دیابت بارداری مشاهده نشد (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین فعالیت‌های با شدت سبک ($p=0/042$) و شدت متوسط ($p=0/030$) در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری به‌طور معناداری نسبت به زنان باردار سالم پایین‌تر بود. تفاوت معناداری در فعالیت‌های با شدت بالا ($p=0/315$) و رفتارهای کم‌تحرك ($p=0/114$) بین دو گروه مشاهده نشد.

نتایج نشان داد میزان فعالیت بدنی در منزل در گروه دیابت بارداری در مقایسه با گروه باردار سالم به‌طور معناداری پایین‌تر است ($p=0/013$). همچنین میزان فعالیت نقل و انتقال در گروه دیابت بارداری در مقایسه با گروه باردار سالم به‌طور معناداری پایین‌تر بود ($p=0/000$). میزان کل فعالیت بدنی در گروه دیابت بارداری در مقایسه با گروه سالم به‌طور معناداری پایین‌تر بود ($p=0/012$). با این حال، تفاوت معناداری در میزان فعالیت در محل کار ($p=0/815$) و فعالیت‌های ورزشی و سرگرمی ($p=0/104$) بین

جدول ۲. مقایسه سطح فعالیت بدنی و برخی متغیرهای تحقیق بین دو گروه سالم و دیابت بارداری

مقادیر p	گروه دیابت بارداری (تعداد=۵۰ نفر)	گروه باردار سالم (تعداد=۵۰ نفر)	متغیر
۰/۰۹۲	۶۹/۶۰±۸/۷۷	۶۶/۷۰±۸/۲۵	وزن (کیلوگرم)
۰/۰۲۶	۲۶/۸۹±۳/۱۷*	۲۵/۵۱±۲/۸۸	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
۰/۱۴۲	۲/۵۴±۱/۰۹	۲/۲۴±۱/۰۳	دفعات بارداری فعالیت
۰/۰۱۳	۹۵/۳۳±۷/۶۰*	۱۱۲/۱۸±۴/۷۳	فعالیت در منزل (هفته/مت در ساعت)
۰/۰۰۰	۱۱/۴۹±۱/۱۲*	۱۸/۲۶±۱/۵۰	فعالیت نقل و انتقال (هفته/مت در ساعت)

۰/۸۱۵	۲۷/۷۸±۶/۵۹	۲۸/۷۳±۶/۴۹	فعالیت در محل کار (هفته/مت در ساعت)
۰/۱۰۴	۱۰/۶۶±۱/۸۷*	۱۱/۷۷±۱/۲۱	فعالیت‌های ورزشی و سرگرمی (هفته/مت در ساعت)
۰/۰۱۲	۱۴۵/۲۸±۱۲/۵۳	۱۷۰/۹۵±۷/۱۲	فعالیت کل (هفته/مت در ساعت)
شدت			
۰/۱۱۴	۱۹/۰۹±۱/۵۲	۲۲/۷۲±۲/۰۳	رفتارهای کم‌تحرک (کمتر از ۱/۵ مت)
۰/۰۴۲	۹۱/۹۵±۷/۰۴*	۱۰۷/۴۱±۵/۳۰	شدت سبک (بین ۱/۵-۳ مت)
۰/۰۳۰	۲۴/۱۸±۴/۳۲*	۲۸/۵۹±۳/۹۳	شدت متوسط (بین ۳/۵-۶ مت)
۰/۳۱۵	۹/۶۰±۱/۶۵	۱۰/۸۳±۱/۱۰	شدت بالا (بیشتر از ۶ مت)

* تفاوت معنادار نسبت به گروه باردار سالم

مشاهده نشد. با این حال ارتباط معکوس و معناداری بین شاخص توده بدنی و فعالیت بدنی در منزل ($r = -0.270$, $p = 0.035$)، فعالیت نقل و انتقال ($r = -0.309$, $p = 0.031$) و فعالیت بدنی کل ($r = -0.260$, $p = 0.041$) مشاهده شد (جدول ۳).

با توجه به نتایج ضرایب همبستگی اسپیرمن و سطح معناداری (جدول ۳)، بین سطح فعالیت بدنی فعالیت منزل، فعالیت نقل و انتقال، فعالیت محل کار، فعالیت ورزشی و سرگرمی و فعالیت کل با وزن آزمودنی‌ها و تعداد دفعات بارداری ارتباط آماری معنی‌داری

جدول ۳. ارتباط سطح فعالیت بدنی و متغیرهای تحقیق

تعداد دفعات بارداری		شاخص توده بدنی		وزن		متغیر
مقدار p	ضریب همبستگی اسپیرمن	مقدار p	ضریب همبستگی اسپیرمن	مقدار p	ضریب همبستگی اسپیرمن	
۰/۷۳۱	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵*	-۰/۲۷۰	۰/۶۷۵	-۰/۱۳۰	فعالیت در منزل
۰/۸۵۱	-۰/۰۱۹	۰/۰۳۱*	-۰/۳۰۹	۰/۲۸۱	-۰/۱۰۹	فعالیت نقل و انتقال
۰/۲۳۹	-۰/۱۲۰	۰/۵۲۵	۰/۱۶۴	۰/۲۱۴	۰/۱۲۵	فعالیت در محل کار
۰/۶۱۰	-۰/۰۲۴	۰/۴۳۲	-۰/۱۸۰	۰/۸۱۰	-۰/۱۲۴	فعالیت‌های ورزشی و سرگرمی
۰/۵۶۷	-۰/۰۵۸	۰/۰۴۱*	-۰/۲۶۰	۰/۱۶۵	-۰/۱۵۱	فعالیت کل

* نشان‌دهنده ارتباط معنادار

برخوردار نیستند (۳۷). در برخی مطالعات، مشابه با مطالعه حاضر فعالیت بدنی با شدت متوسط در گروه دیابت بارداری به‌طور معناداری نسبت به گروه سالم پایین‌تر بود اما تفاوت معناداری در سطوح فعالیت بدنی با شدت پایین بین دو گروه دیابت بارداری و گروه سالم وجود نداشت (۳۸). در مطالعه حاضر علاوه بر فعالیت‌های با شدت متوسط، فعالیت‌های با شدت سبک نیز در گروه دیابت بارداری نسبت به گروه سالم پایین‌تر بود. به‌نظر می‌رسد نگرانی زنان باردار در مورد فعالیت در دوران بارداری به دلیل ناآگاهی از فعالیت‌های ایمن حین بارداری و نحوه انجام این تمرینات باشد. این اطلاعات نادرست بر رفتار آنها تأثیر می‌گذارد که باعث می‌شود در دوران بارداری سبک زندگی کم‌تحرکی را انتخاب کنند. بیشتر زنان باردار تصور می‌کنند مجاز به انجام هر گونه فعالیت بدنی نیستند یا اینکه اطلاعات کافی در مورد مدت‌زمان و نوع فعالیت‌های بدنی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر، بررسی مقایسه سطح فعالیت بدنی در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری و زنان باردار سالم بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد میزان سطح فعالیت بدنی در منزل، فعالیت بدنی نقل و انتقال و میزان کل فعالیت بدنی در گروه دیابت بارداری در مقایسه با گروه باردار سالم به‌طور معناداری پایین‌تر بود. به عبارتی زنان باردار سالم در مقایسه با گروه باردار مبتلا به دیابت بارداری سطح فعالیت بدنی بالاتری داشتند. همچنین فعالیت‌های با شدت سبک و شدت متوسط در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری به‌طور معناداری نسبت به زنان باردار سالم پایین‌تر بود.

مطالعات معدودی به بررسی و مقایسه سطح فعالیت بدنی در آزمودنی‌های باردار سالم و مبتلا به دیابت بارداری پرداخته‌اند (۳۷-۴۰). برخی مطالعات گزارش کردند که زنان مبتلا به دیابت بارداری از سطح تغذیه و فعالیت بدنی رضایت‌بخشی

مناسب ندارند (۴۰). سیتزبرگر^۱ و همکاران (۲۰۲۰) مشابه با مطالعه حاضر تفاوتی در تمرینات ورزشی و ترکیبی بین دو گروه مشاهده نکردند (۳۹). برخی مطالعات با هدف درک ارتباط بین فعالیت بدنی و خطر دیابت بارداری به مقایسه نوع و شدت فعالیت بدنی زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری و زنان باردار سالم پرداختند. این مطالعات علاوه بر اینکه افزایش خطر ابتلا به دیابت بارداری را در زنان غیرفعال در مقایسه با زنان فعال، گزارش کردند (۴۰، ۴۱)، بین شدت فعالیت بدنی و کاهش خطر ابتلا به دیابت رابطه معنی‌داری مشاهده کردند (۴۰). با وجود اهمیت شدت فعالیت بدنی، به نظر می‌رسد حتی شدت سبک تا متوسط فعالیت بدنی در اوایل بارداری با کاهش خطر ابتلا به دیابت بارداری همراه باشد (۳۶، ۴۱، ۴۲). اگرچه فعالیت‌های متوسط/شدید مهم هستند اما فعالیت با شدت سبک نیز ممکن است طیف خاصی از مزیت‌ها را در این گروه به دنبال داشته باشد. به نظر می‌رسد زنانی که فعالیت‌های کم‌شدت بیشتری انجام می‌دهند فعالیت‌های متوسط و شدید بیشتری نیز داشته باشند. در مطالعه ما نیز هم فعالیت‌های سبک و هم فعالیت‌های شدت متوسط در گروه باردار سالم نسبت به گروه دیابت بارداری بالاتر بود. با این حال پیشنهاد می‌شود که رابطه بین فعالیت‌های با شدت سبک و پیامدهای بارداری از نظر آماری مستقل از فعالیت‌های متوسط و شدید باشد (۴۳). بنابراین پیشنهاد می‌شود علاوه بر فعالیت‌های با شدت متوسط که در دستورالعمل‌های فعالیت بدنی در زنان باردار مبتلا به دیابت بارداری توصیه شده است (۱۰)، فعالیت‌های با شدت سبک نیز در بهبود و کاهش خطر ابتلا به دیابت بارداری مؤثر باشد.

برخی عوامل مانند افزایش شاخص توده بدنی پیش از بارداری، سن مادر و سابقه خانوادگی دیابت، پیش‌بینی‌کننده‌های مستقل ابتلا به دیابت بارداری هستند اما فعالیت بدنی در اوایل بارداری نیز خطر ابتلا به دیابت بارداری را برای زنانی که در سطوح بالای فعالیت بدنی شرکت می‌کنند ۲۵ درصد کاهش می‌دهد (۴۴، ۴۵). در مطالعه حاضر نیز شاخص توده بدنی که یک پیش‌بینی‌کننده مستقل دیابت بارداری است به‌طور معناداری در گروه دیابت بارداری نسبت به گروه سالم بالاتر بود. در بیشتر مطالعات گزارش شده است که فعالیت بدنی پیش از بارداری و حین بارداری در پیشگیری از ابتلا به دیابت بارداری مؤثر است و می‌تواند در کاهش عوارض مربوط به مادر و جنین

به دلیل شباهت بین دیابت بارداری و دیابت نوع ۲، بیشتر مکانیسم‌های پیشنهادی در دیابت را می‌توان به دیابت بارداری تعمیم داد. به‌طور کلی، مطالعات حیوانی نشان داده است که ورزش، حساسیت به انسولین، متابولیسم لیپید و تحمل گلوکز را از طریق بهبود مسیرهای سیگنالینگ انسولین و چربی در کبد در جوندگان باردار دیابتی و چاق بهبود می‌بخشد (۴۹). نتیجه مشابهی را می‌توان در انسان نیز مشاهده کرد. فعالیت بدنی منظم منجر به کاهش غلظت گلوکز خون در هر دو حالت ناشتا و پس از غذا می‌شود (۴۹). در زمینه بارداری، ون پوپل^۴ و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود بر روی ۴۶ زن باردار دارای اضافه وزن نشان دادند که افزایش فعالیت بدنی با افزایش قابل توجهی IL-6 در تمام مقاطع زمانی اندازه‌گیری شده (هفته ۱۵، ۲۴ و ۳۲ بارداری) و با TNF- α بالاتر در هفته ۱۵ بارداری مرتبط بود (۵۰). پژوهشگران پیشنهاد می‌کنند که سطوح بالاتر IL-6 در زنان فعال‌تر نشان‌دهنده IL-6 مشتق از ماهیچه است که ضدالتهاب است و با افزایش لیپولیز و اکسیداسیون چربی و همچنین مهار TNF- α مرتبط است که به‌نوبه خود منجر به بهبود حساسیت به انسولین می‌گردد (۵۱). همچنین یکی از مهم‌ترین تأثیرات تمرین ورزشی، افزایش ظرفیت اکسیداتیو عضلات اسکلتی است به‌طوری‌که در سرعت اکسیداسیون چربی کل بدن بهبود می‌یابد (۴۹). این افزایش در ظرفیت اکسیداسیون چربی تا حدی به دلیل افزایش پروتئین‌های انتقال اسیدهای چرب است که منجر به افزایش حذف اسیدهای چرب آزاد پلاسما می‌شود تحقیقات بیشتری برای روشن شدن مکانیسم‌های نهفته در تأثیرات فعالیت بدنی در دوران بارداری مورد نیاز است.

دیابت بارداری نسبت به زنان باردار سالم پایین تر است و توسعه برنامه‌های پیشگیری با هدف افزایش سطح فعالیت بدنی، ضروری می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی افرادی که در این تحقیق همکاری کردند تشکر می‌کنیم.

یکی از نقاط قوت مطالعه حاضر استفاده از پرسش‌نامه فعالیت بدنی معتبر و ویژه برای زنان باردار بود. با این وجود، باید برخی محدودیت‌ها در نظر گرفته شوند مانند این که داده‌ها به‌شدت به گزارش‌های خود شرکت‌کنندگان وابسته بودند که به دلیل پیچیدگی فعالیت بدنی و رفتار بی‌تحرک، مستعد یادآوری سوگیری بودند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد سطح فعالیت بدنی و شدت فعالیت‌های با شدت سبک و متوسط در زنان باردار مبتلا به

References

- [1]. Choudhury AA, Rajeswari VD. Gestational diabetes mellitus-A metabolic and reproductive disorder. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2021;143:112183. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.112183
- [2]. Wang H, Li N, Chivese T, Werfalli M, Sun H, Yuen L, et al. IDF diabetes atlas: estimation of global and regional gestational diabetes mellitus prevalence for 2021 by International Association of Diabetes in Pregnancy Study Group's Criteria. *Diabetes research and clinical practice*. 2022;183:109050. DOI: 10.1016/j.diabres.2021.109050
- [3]. Vounzoulaki E, Khunti K, Abner SC, Tan BK, Davies MJ, Gillies CL. Progression to type 2 diabetes in women with a known history of gestational diabetes: systematic review and meta-analysis. *Bmj*. 2020;369. DOI: 10.1136/bmj.m1361
- [4]. Filardi T, Catanzaro G, Mardente S, Zicari A, Santangelo C, Lenzi A, et al. Non-coding RNA: role in gestational diabetes pathophysiology and complications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020;21(11):4020. DOI: 10.3390/ijms21114020
- [5]. James-Allan LB, Rosario FJ, Barner K, Lai A, Guanzone D, McIntyre HD, et al. Regulation of glucose homeostasis by small extracellular vesicles in normal pregnancy and in gestational diabetes. *The FASEB Journal*. 2020;34(4):5724-39. DOI: 10.1096/fj.201902522RR
- [6]. Guo XY, Shu J, Fu XH, Chen XP, Zhang L, Ji MX, et al. Improving the effectiveness of lifestyle interventions for gestational diabetes prevention: a meta-analysis and meta-regression. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. 2019;126(3):311-20. DOI: 10.1111/1471-0528.15467
- [7]. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, Malin SK, Rodriguez NR, Crespo CJ, Kirwan JP, Zierath JR. Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*. 2022 Feb 1;54(2):353-368. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002800..
- [8]. Song C, Li J, Leng J, Ma R, Yang X. Lifestyle intervention can reduce the risk of gestational diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews*. 2016;17(10):960-9. DOI: 10.1111/obr.12442
- [9]. Sinclair I, St-Pierre M, Elgbeili G, Bernard P, Vaillancourt C, Gagnon S, et al. Psychosocial stress, sedentary behavior, and physical activity during pregnancy among canadian women: Relationships in a diverse cohort and a nationwide sample. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(24):5150. DOI: 10.3390/ijerph16245150
- [10]. Laredo-Aguilera JA, Gallardo-Bravo M, Rabanales-Sotos JA, Cobo-Cuenca AI, Carmona-Torres JM. Physical activity programs during pregnancy are effective for the control of gestational diabetes mellitus. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(17):6151. DOI: 10.3390/ijerph17176151
- [11]. Mijatovic-Vukas J, Capling L, Cheng S, Stamatakis E, Louie J, Cheung NW, et al. Associations of diet and physical activity with risk for gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2018;10(6):698. DOI: 10.3390/nu10060698
- [12]. Downs DS, Chasan-Taber L, Evenson KR, Leiferman J, Yeo S. Physical activity and pregnancy: past and present evidence and future recommendations. *Research quarterly for exercise and sport*. 2012;83(4):485-502. DOI: 10.1080/02701367.2012.10599138
- [13]. Löf M. Physical activity pattern and activity energy expenditure in healthy pregnant and non-pregnant Swedish women. *European journal of clinical nutrition*. 2011; 65(12), 1295-1301. DOI: 10.1038/ejcn.2011.129
- [14]. Harrison AL, Taylor NF, Frawley HC, Shields N. Women with gestational diabetes mellitus want clear and practical messages from credible sources about physical activity during pregnancy: a qualitative study. *Journal of Physiotherapy*. 2019; 65(1):37-42. doi: 10.1016/j.jphys.2018.11.007
- [15]. Aune D, Sen A, Henriksen T, Saugstad OD, Tonstad S. Physical activity and the risk of gestational diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of epidemiological studies. *European journal of epidemiology*. 2016 Oct;31(10):967-997. DOI: 10.1007/s10654-016-0176-0
- [16]. Callaway LK, Colditz PB, Byrne NM, Lingwood BE, Rowlands IJ, Foxcroft K, et al. Prevention of gestational diabetes: feasibility issues for an exercise intervention in obese pregnant women. *Diabetes care*. 2010;33(7):1457-9. DOI: 10.2337/dc09-2336
- [17]. Redden SL, LaMonte MJ, Freudenheim JL, Rudra CB. The association between gestational diabetes mellitus and recreational physical activity. *Maternal and child health journal*. 2011;15:514-9. DOI: 10.1007/s10995-010-0586-7
- [18]. Chasan-Taber L, Schmidt MD, Pekow P, Sternfeld B, Manson JE, Solomon CG, et al. Physical activity and gestational diabetes mellitus among Hispanic women. *Journal of Women's Health*. 2008;17(6):999-1008. DOI: 10.1089/jwh.2007.0560
- [19]. Dempsey JC, Butler CL, Sorensen TK, Lee I-M, Thompson ML, Miller RS, et al. A case-control study of maternal recreational physical activity and risk of gestational diabetes mellitus. *Diabetes research and clinical practice*. 2004;66(2):203-15. DOI: 10.1016/j.diabres.2004.03.010
- [20]. Ramos-Leví AM, Pérez-Ferre N, Fernández MD, Del Valle L, Bordiu E, Bedia AR, et al. Risk factors for gestational diabetes mellitus in a large population of women living in Spain: implications for preventative strategies. *International journal of endocrinology*. 2012;2012. DOI: 10.1155/2012/312529
- [21]. Russo LM, Nobles C, Ertel KA, Chasan-Taber L, Whitcomb BW. Physical activity interventions in pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Obstetrics & Gynecology*. 2015;125(3):576-82. DOI: 10.1097/AOG.0000000000000691

- [22]. Yin Y-n, Li X-l, Tao T-j, Luo B-r, Liao S-j. Physical activity during pregnancy and the risk of gestational diabetes mellitus a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*. 2014;48(4):290-5. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092596
- [23]. Baptiste-Roberts K, Ghosh P, Nicholson WK. Pregravid physical activity, dietary intake, and glucose intolerance during pregnancy. *Journal of Women's Health*. 2011;20(12):1847-51. DOI: 10.1089/jwh.2010.2377
- [24]. Cordero Y, Mottola MF, Vargas J, Blanco M, Barakat R. Exercise is associated with a reduction in gestational diabetes mellitus. *Medicine and science in sports and exercise*. 2015;47(7):1328. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000547
- [25]. Renault KM, Nørgaard K, Nilas L, Carlsen EM, Cortes D, Pryds O, et al. The Treatment of Obese Pregnant Women (TOP) study: a randomized controlled trial of the effect of physical activity intervention assessed by pedometer with or without dietary intervention in obese pregnant women. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2014;210(2):134. e1- e9. DOI: 10.1016/j.ajog.2013.09.029
- [26]. Tomić V, Sporiš G, Tomić J, Milanović Z, Zigmundovac-Klaić D, Pantelić S. The effect of maternal exercise during pregnancy on abnormal fetal growth. *Croatian medical journal*. 2013;54(4):362-8. DOI: 10.3325/cmj.2013.54.362
- [27]. Barakat R, Perales M, Bacchi M, Coteron J, Refoyo I. A program of exercise throughout pregnancy. Is it safe to mother and newborn? *American journal of health promotion*. 2014;29(1):2-8. DOI: 10.4278/ajhp.130131-QUAN-56
- [28]. Ko CW, Napolitano PG, Lee SP, Schulte SD, Ciol MA, Beresford SA. Physical activity, maternal metabolic measures, and the incidence of gallbladder sludge or stones during pregnancy: a randomized trial. *American journal of perinatology*. 2014;31(01):039-48. DOI: 10.1055/s-0033-1334455
- [29]. Mørkrød K, Jennum A, Berntsen S, Sletner L, Richardsen K, Vangen S, et al. Objectively recorded physical activity and the association with gestational diabetes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2014;24(5):e389-e97. DOI: 10.1080/14767058.2022.2155043
- [30]. Nobles C, Marcus BH, Stanek III EJ, Braun B, Whitcomb BW, Solomon CG, et al. Effect of an exercise intervention on gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Obstetrics and gynecology*. 2015;125(5):1195. DOI: 10.1097/AOG.0000000000000738
- [31]. Stafne SN, Salvesen KÅ, Romundstad PR, Eggebø TM, Carlsen SM, Mørkved S. Regular exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes: a randomized controlled trial. *Obstetrics & Gynecology*. 2012;119(1):29-36. DOI: 10.1097/AOG.0b013e3182393f86
- [32]. McIntyre HD, Catalano P, Zhang C, Desoye G, Mathiesen ER, Damm P. Gestational diabetes mellitus. *Nature reviews Disease primers*. 2019 11;5(1):47. DOI: 10.1038/s41572-019-0098-8
- [33]. Chasan-Taber L, Schmidt MD, Roberts DE, Hosmer D, Markenson G, Freedson PS. Development and validation of a pregnancy physical activity questionnaire. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(10):1750-60. DOI: 10.1249/01.mss.0000142303.49306.0d
- [34]. Abbasi S, Moazami M, Bijeh N, Mirmajidi SR. Investigation of the Relationship between Physical Activity Levels, Maternal Weight (before delivery) and Serum Cortisol Level (during labor) in Nulliparous Women. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2015;18(151):12-9. DOI: 10.22038/IJOGI.2015.4625
- [35]. Kazemi AF, Hajian S, Sharifi N. The psychometric properties of the Persian version of the pregnancy physical activity questionnaire. *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences*. 2019;7(1):54-60. DOI: 10.15296/ijwhr.2019.09
- [36]. Mørkrød K, Jennum AK, Sletner L, Vårdal MH, Waage CW, Nakstad B, et al. Failure to increase insulin secretory capacity during pregnancy-induced insulin resistance is associated with ethnicity and gestational diabetes. *European journal of endocrinology*. 2012;167(4):579-88. DOI: 10.1530/EJE-12-0452
- [37]. Jahanpak N, Razmjoo N, Rezaei Ardani A, Mazloum SR, Bonakdaran S. The Relationship between Sleep Duration and Glucose Challenge Test Results in Pregnant Women without Risk Factors of Diabetes. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2013;16(60):9-17. DOI: 10.22038/IJOGI.2013.1547
- [38]. Javid FM, Simbar M, Dolatian M, Majd HA, Mahmoodi Z. A comparative study on dietary style and physical activity of women with and without gestational diabetes. *Acta Medica Iranica*. 2016:651-6. DOI: 10.5539/gjhs.v7n2p162.
- [39]. Sitzberger C, Oberhoffer-Fritz R, Meyle K, Wagner M, Lienert N, Graupner O, et al. Gestational diabetes: physical activity before pregnancy and its influence on the cardiovascular system. *Frontiers in Pediatrics*. 2020;8:465. DOI: 10.3389/fped.2020.00465
- [40]. Nasiri-Amiri F, Bakhtiari A, Faramarzi M, Rad HA, Pasha H. The association between physical activity during pregnancy and gestational diabetes mellitus: a case-control study. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2016 28;14(3):e37123. DOI: 10.5812/ijem.37123
- [41]. Tobias DK, Zhang C, Van Dam RM, Bowers K, Hu FB. Physical activity before and during pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus: a meta-analysis. *Diabetes care*. 2011;34(1):223-9. DOI: 10.2337/dc10-1368
- [42]. Oken E, Ning Y, Rifas-Shiman SL, Radesky JS, Rich-Edwards JW, Gillman MW. Associations of physical activity and inactivity before and during pregnancy with glucose tolerance. *Obstetrics and gynecology*. 2006;108(5):1200. DOI: 10.1097/01.AOG.0000241088.60745.70
- [43]. Yeo S, Kang JH. Low-Intensity Exercise and Pregnancy Outcomes: An Examination in the Nurses' Health Study II. *Women's Health Rep (New Rochelle)*. 2021 Sep 15;2(1):389-395. DOI: 10.1089/whr.2021.0011.
- [44]. Deierlein AL, Siega-Riz AM, Evenson KR. Physical activity during pregnancy and risk of hyperglycemia. *Journal of women's health*. 2012;21(7):769-75. DOI: 10.1089/jwh.2011.3361
- [45]. Harizopoulou VC, Kritikos A, Papanikolaou Z, Saranti E, Vavilis D, Klonos E, et al. Maternal physical activity before and during early pregnancy as a risk factor for gestational diabetes mellitus. *Acta diabetologica*. 2010;47:83-9. DOI: 10.2337/dc10-1368
- [46]. Barakat R, Refoyo I, Coteron J, Franco E. Exercise during pregnancy has a preventative effect on excessive maternal weight gain and gestational diabetes. A randomized controlled trial. *Brazilian journal of physical therapy*. 2019;23(2):148-55. DOI: 10.1016/j.bjpt.2018.11.005
- [47]. Moosavi S, Koushkie Jahromi M, Salesi M, Namavar Jahromi B. Relationship between exercise during and before pregnancy periods and gestational diabetes mellitus. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2016;18(3):79-85. URL: <http://goums.ac.ir/journal/article-1-2839-fa.html>
- [48]. Han S, Middleton P, Crowther CA. Exercise for pregnant women for preventing gestational diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 201211;(7):CD009021. DOI: 10.1002/14651858.CD009021.pub2.
- [49]. Ferrari N, Joisten C. Impact of physical activity on course and outcome of pregnancy from pre-to postnatal. *European*

- Journal of Clinical Nutrition. 2021;75(12):1698-709. DOI: 10.1038/s41430-021-00904-7
- [50]. van Poppel MN, Peinhaupt M, Eekhoff ME, Heinemann A, Oostdam N, Wouters MG, et al. Physical activity in overweight and obese pregnant women is associated with higher levels of proinflammatory cytokines and with reduced insulin response through interleukin-6. *Diabetes Care*. 2014;37(4):1132-9. DOI: 10.2337/dc13-2140
- [51]. Golbidi S, Laher I. Potential mechanisms of exercise in gestational diabetes. *Journal of nutrition and metabolism*. 2013;2013. DOI: 10.1155/2013/285948