

اثرات توام شنبلیله و ورزش بر کنترل دیابت II

کریم آزالی علمداری^۱دکتر سیروس چوبینه^۲بابک عبادی شیر مرد^۳جاوید مهتایی علمداری^۴نوشین داداش زاده گرگری^۵

چکیده

سابقه و هدف: معمولاً در فرآیند درمان دیابت، از روش‌های مختلفی (رژیم غذایی، دارو، ورزش و مکمل‌ها) استفاده می‌شود. با اینحال در مورد اهمیت بالینی ترکیب این روش‌ها، اطلاعات اندکی وجود دارد. امروزه شنبلیله به عنوان یک مکمل گیاهی در کنار سایر روش‌های درمانی کاربرد دارد، با این حال در مورد کارایی و همچنین خطرات احتمالی ناشی از استفاده همزمان آن در کنار سایر عوامل هیپوگلیسمیک، قطعیت وجود ندارد.

روش‌شناسی: در این تحقیق، ۱۲ مرد دیابتی نوع II، پس از جمع‌آوری نمونه‌های مربوط به وضعیت اولیه (FBS، 2hpp، HbA1c، HDL، LDL، TG و TC) در قالب ۴ زیرگروه ۳ نفری، ۴ مرحله (هر کدام ۸ هفته) ورزش، مصرف شنبلیله، ورزش همراه با مصرف شنبلیله و کنترل را به صورت تصادفی تجربه کردند و در پایان هر مرحله، نمونه‌گیری مجدد انجام شد. جلسات ورزش به مدت ۳ جلسه در هفته (۲۵ دقیقه دویدن با ۶۰٪ از حداکثر ضربان قلب، که به تدریج به ۴۵ دقیقه و با شدت ۷۵٪ رسید) و مصرف شنبلیله به صورت روزانه ۸ گرم (در دو نوبت) انجام شد.

یافته‌ها: مصرف هر دوی شنبلیله و ورزش، باعث کاهش FBS، 2hpp، HbA1c شد و همچنین در این موارد، تعامل آنها بهتر از هر کدام از آنها بود؛ ولی فقط ورزش باعث تغییر سطوح HDL، LDL و TG گردید ($P < 0/05$). به علاوه، تنها اثر ورزش توام با مصرف شنبلیله، باعث کاهش TC شد ($P < 0/05$).

بحث: تعامل مصرف شنبلیله و ورزش می‌تواند اثر بهتری نسبت به هر کدام از آنها و به ویژه در مورد قند خون ناشتا، گلوکز پس‌جذبی، هموگلوبین گلیکوزیله شده و کلسترول تام داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: دیابت، مکمل‌های گیاهی، فعالیت بدنی

۱. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد هادی‌شهر

۲. استادیار دانشگاه تهران

۳. کارشناس ارشد تربیت بدنی

۴. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد هادی‌شهر

۵. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد هادی‌شهر

Synergistic effects of exercise and fenugreek on Type II diabetes control

Azali Alamdari, K (Msc)

Choobineh, S (PhD)

Ebadi Sh, B (Msc)

Pouzesh, J. J (Msc)

Mahtabi, A. J (Msc)

Dadshzadeh, N (Msc)

Abstract

Background: Different therapeutic methods including special nutritional regimen, drug treatment, exercise and botanic supplements are common in controlling the diabetes. However there is lack of good understanding about the clinical importance of these methods. Today's fenugreek (*trigonella fuenum gracum*) is administered as a hypoglycemic agent along with other therapeutic methods, however; there is a lack of good understanding about its efficiency as to its potential side effects while it is administered in accompany with the other therapeutic methods.

Methodology: In this research, 12 male with NIDDM experienced four 8 weekly phases (including Exercise(E), Fenugreek supplementation(FG), both exercise and FG supplementation(EF) and control) in the 4 counterbalanced set order (3 people in each subgroup) after baseline measurements including FBS, 2hpp, HbA1c, TG, HDL, LDL and TC levels. The measurements were repeated at the end of each phase. Exercise sessions were consisted of three 25 min running sessions by 60% of MHR per week which progressed to 45 min by 75% throughout the research. The fenugreek seeds powder was consumed in two 4 gr doses daily.

Results: Both of the FG and E phases induced significant reductions in FBS, 2hpp and HbA1c and the EF phase was better than both of them, however; the only exercise (E and EF phases) could induce significant changes in HDL, LDL and TG levels($P<0/05$). Additionally, only the interaction of exercise and fenugreek supplementation (EF Phase) could significantly decrease TC level ($P<0/05$).

Conclusions: In comparison with both exercise and fenugreek supplementation, interaction of the exercise and fenugreek supplementation (EF phase) could exert better effects in connection with the FBS, 2hpp, HbA1c and TC.

Keywords: Diabetes, Botanical Supplements, Exercise.

مقدمه

ديابت به عنوان يك نارسايي در تنظيم هموستاز كربوهيدرات و چربي به وسيله انسولين، تعريف مي‌شود كه منجر به افزايش قند خون مي‌گردد. اين بيماري به دو نوع I^۱ و II^۲، طبقه بندي شده است كه نوع I آن، حدود ۵ الي ۱۰ درصد از موارد ابتلا را شامل مي‌شود و مربوط به كمبود و يا عدم توليد انسولين به وسيله لوزالمعده مي‌باشد (۱۰، ۷۵، ۶۶). ديابت نوع II، از هر دوي كمبود ترشح و يا نارسايي در عمل انسولين ناشي مي‌شود و به دلایل مواردی چون مقاومت به انسولين، وجود مقادير بالای انسولين در خون، نقص در ترشح انسولين و کاهش جذب گلوکز ناشي از انسولين، فرآيند درمان آن کمی پيچيده تر مي‌باشد (۲۶، ۳۵، ۶۴).

در اين راستا نشان داده شده است كه برخي فرآورده‌هاي گياهي، به علاوه از بهبود وضعيت سلامت عمومي در بيماران ديابتي، همچنين مي‌توانند متابوليسم قندها را نيز بهبود دهند (۳، ۱۵، ۱۹، ۷۱). يكي از اين گياهان، شنبليله^۳ است كه دانه‌هاي آن در زمان ۱۵ دقيقه قبل از هر وعده غذايي (پس از خيس شدن در آب و يا در شكل پودر محلول در آب) مي‌تواند به عنوان نوشيدني و يا دم کرده مصرف شود. شنبليله مي‌تواند تا دوزهاي ۱۰۰ گرم در روز مصرف شود؛ ولي مصرف دوزهاي بالاتر به دليل تلخي زياد و احتمال بروز اسهال حاد، توصيه نمي‌شود (۷).

لازم به ذکر است كه در ادبيات تحقيقي موجود، شواهد بسيار زيادي مبني بر اثرات هپيوگليسميكي اين گياه در بهبود کنترل ديابت (۵، ۳۶، ۶۷، ۵۵، ۵۷، ۶۰، ۶۱، ۷۱، ۷۴، ۸۲)، محتوای گليكوژن بافته‌ها (۹۷) و فعاليت آنزيم‌هاي گليكوليز (۹، ۴۵، ۹۵، ۷۸) و ميتوكوندريايي (۴۵، ۷۷) در افراد ديابتي وجود دارد. به نظر مي‌رسد كه اين اثر هپيوگليسميكي، مربوط به قسمتي از پوسته و همچنين بخشي از پودر چربي‌زدائي شده دانه‌هاي اين گياه باشد كه به واسطه افزايش رهايش انسولين ناشي از گلوکز از سلول‌هاي پانكراس (۵، ۷۲)، افزايش تعداد گيرنده‌هاي انسولين (۶۷) و مهار فعاليت آنزيم‌هاي آلفا آميلاز و سوكرز (۵) انجام مي‌شود. همچنين در حدود ۵۰ درصد از محتوای دانه‌هاي اين گياه از فيبر تشكيل شده است كه به نظر مي‌رسد پس از دريافت غذا، از طريق کاهش سرعت جذب گلوکز به عنوان دومين مكانيسم آنتي‌هايپيرگليسميكي عمل مي‌كند.

اثرات ورزش بر کنترل قند خون نيز در تحقيقات بسيار زيادي گزارش شده است (۱۷، ۲۲، ۲۵، ۲۸، ۲۹، ۴۰، ۹۰، ۹۲، ۹۸، ۹۹)، با اين حال، يك فراتحليل اخير نشان داد كه تمام اشكال تمرينات ورزشي (استقامتي، مقاومتی و ترکیبی)، مي‌توانند سبب بهبوداندك مهم‌ترين شاخص کنترل گلوکز (هموگلوبين گليكوزيله) شوند. اين اثرات كاملا مشابه موارد مشاهده شده در کنترل رژيمي، داروئی و انسولين درماني مي‌باشد؛ ولي در مورد اهميت باليني تركيب اين روش‌هاي درماني، همچنان نياز به انجام تحقيقات بيشتري وجود دارد (۶۳).

1. Insulin Dependent Diabetes mellitus
2. None Insulin Dependent Diabetes mellitus
3. fenugreek

در این میان، علیرغم این که امروزه ورزش به عنوان یکی از عناصر اصلی کنترل متابولیک بیماران دیابتی و به ویژه دیابت نوع II، مطرح می‌باشد (۱۸، ۲۱، ۳۲، ۴۷، ۵۹، ۶۹، ۹۱) و همچنین با توجه به این که همواره گیاهانی چون سنبله، دارچین، زنجبیل، گزنه، هندوانه تلخ و غیره در جهت بهبود کنترل وضعیت دیابت توصیه شده و استفاده می‌شوند (۱۴، ۱۶، ۴۶، ۷۱، ۷۴، ۹۴)، باینحال در ادبیات تحقیقی موجود، توجه بسیار اندکی به اثرات همزمان سنبله و ورزش بر وضعیت کنترل دیابت معطوف شده است. بنابراین ضرورت انجام چنین تحقیقاتی، کاملاً بدیهی به نظر می‌رسد. به علاوه، شواهدی وجود دارد که ممکن است پیامد هر دوی ورزش (۲، ۵۲، ۳۶، ۴۳) و مصرف سنبله (۲، ۵۸، ۷۶، ۸۲، ۸۳)، افت سطوح قند خون باشد. به طوری که گزارش شده است، مصرف پودر برگ گیاه سنبله به مقدار یک گرم در هر کیلوگرم از وزن بدن در روز، اثری مشابه با مصرف یک قرص گلی بنکلامید ۵ میلی گرمی دارد (۸). به علاوه، با مرور ادبیات موجود در زمینه اثرات هیپوگلیسمیک سنبله، مشخص شده است که اکثر تحقیقات انجام شده در این زمینه، به دلیل نداشتن ماهیت دوسو/یک سو - کور، تصادفی بودن، ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها، نوع تجزیه تحلیل آماری و استاندارد سازی داده‌ها نسبت به نوع و مقدار داروهای مصرفی آزمودنی‌ها، از لحاظ روش‌شناسی ضعیف بوده‌اند. همچنین اثبات کارایی سنبله به دلیل عدم یکسان بودن روش تهیه، دوز^۲ مورد استفاده و فاکتورهای متفاوت اندازه‌گیری شده، هنوز با تناقض مواجه می‌باشد (۳۱). علاوه بر این، هیچ کدام از تحقیقات در طولانی مدت انجام نشده‌اند و از این رو به نظر می‌رسد که برای نتیجه‌گیری قاطع در این زمینه، هنوز تحقیقات بیشتری نیاز باشد.

بنابراین با توجه به کمبود اطلاعات مستقیم درباره اثرات تعاملی گیاه سنبله و ورزش بر کنترل دیابت نوع II و همچنین ضرورت شناسایی و توصیف مکانیسم‌های مربوط به افت قند خون ناشی از ورزش (در بیماران دیابتی) که معمولاً در فرآیند درمان آنها از ترکیب روش‌های مختلف رژیم‌ی، دارویی، ورزشی و مکمل‌های گیاهی استفاده می‌شود، این تحقیق برای اولین بار انجام شد.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها: پس از پخش آگهی در بین اعضای انجمن دیابت و همچنین با جلب همکاری تعدادی از پزشکان متخصص، تعداد ۱۷ مرد دیابتی نوع II^۱، به عنوان نمونه مقدماتی داوطلب شدند که خصوصیات آنها در جدول ۱ آمده است. معیار گزینش آزمودنی‌ها شامل بیماران دارای سطوح پایه هموگلوبین گلیکوزیله، بین ۶/۶ تا ۹/۹ درصد (۶۹) بود. معیارهای حذف از نمونه نیز شامل داشتن هر گونه عوارض دیابتی، تحت درمان بودن با انسولین، شرکت در ورزش به مدت بیش از ۲۰ دقیقه (بیش از یک جلسه در هفته) یا داشتن هر گونه

1 . Double/simple blind

2 . Dosage

3 . Hypoglycemia

۴. به هر آزمودنی، عضویت رایگان انجمن دیابت و باشگاه سالار ملی، معافیت دائمی از هزینه آزمایش قند خون، یک گلوکومتر، لباس گرمکن ورزشی و هدیه نقدی اهدا شد.

تمرین مقاومتی منظم در طی ۶ ماه گذشته، تغییر داروهای خوراکی پایین آورنده قند، چربی و ضد فشار خون در طی دو ماه گذشته، مصرف کردن بیش از یک قرص خوراکی ضد دیابتی در هر شبانه روز، کاهش وزن بدن بیش از ۵ درصد در طی دو ماه گذشته، داشتن سطوح کراتینین سرمی ۲/۲۶ میلی گرم بر دسی لیتر یا بیشتر، دفع پروتئین در ادرار به مقدار بیش از ۱ گرم در روز، فشار خون بالای ۱۶۰/۹۵ میلی متر جیوه، داشتن محدودیت مشارکت ورزشی، سابقه مصرف هر گونه فرآورده گیاهی ضد دیابت در طی دو ماه گذشته (۶۹) بودند. پس از بررسی توزیع طبیعی تمام داده‌های مورداندازه‌گیری شامل (FBS)^۱، (2hpp)^۲، (HbA1c)^۳، (HDL)^۴، (LDL)^۵، (TG)^۶ و (TC)^۷ در طی ۴ مرحله اندازه‌گیری، با استفاده از آزمون اندازه‌گیری مکرر مقایسه شدند و جهت بررسی‌های بیشتر از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. لازم به ذکر است در تمام آزمون‌های آماری سطح معنی‌داری برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های جسمانی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های تحقیق (تعداد ۹ نفر)

متغیر	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	چربی بدن (درصد)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	حدّ اکثر O2 مصرفی لیتر بر دقیقه	ضربان قلب استراحتی ضربه بر دقیقه
میانگین	۷۹/۷۷	۱۷۵/۲۲	۳۱/۱۱	۱۱/۹۷	۲۵/۹۴	۴۳/۳۳	۶۷/۲۲
انحراف معیار	۸/۱۸	۷/۸۲	۶/۵۸	۴/۳۷	۱/۴۳	۷/۷۲	۷/۸۰

روش تمرین: این تحقیق در طی ۳۲ هفته (۴ مرحله ۸ هفته‌ای) انجام گرفت. پس از بررسی اولیه، ۱۲ نفر به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. ابتدا، پس از جمع‌آوری نمونه‌های مربوط به وضعیت اولیه از تمام آزمودنی‌ها (شامل حدّ اکثر توان بی‌هوازی (آزمون بالک)، اندازه‌های پیکرسنجی، FBS، 2hpp، HbA1c، HDL، LDL، TG و TC، آنها در قالب ۴ زیرگروه تصادفی، به ترتیب چهار وضعیت مختلف شامل: A) ورزش (۳ نفر)، B) شنبليله (۳ نفر)، C) ورزش و شنبليله (۳ نفر) و D) کنترل (۳ نفر) را به صورت تصادفی تجربه کردند. در طول هر مرحله، دو زیرگروه (A و C)، به مدت ۳ جلسه در هفته در جلسات ورزش شرکت کردند و

1. fasting blood suger
2. 2 hour post parandial glucose
3. glycozilated hemoglobin
4. high density lipo protein
5. low density lipo protein
6. triglyceride
7. total cholesterol

دو زیرگروه دیگر، وضعیت‌های کنترل (D) و یا مصرف شنبليله (B) را تجربه نمودند. در پایان هر مرحله، ترتیب تجربه وضعیت‌های مختلف تغییر یافت، به طوری که در پایان ۳۲ هفته، هر آزمودنی، تمام ۴ وضعیت مختلف را تجربه نمود. لازم به ذکر است که در پایان هر مرحله، از شاخص‌های خونی، نمونه‌گیری مجدد انجام می‌شد.

برنامه تمرین هر جلسه، با ۱۵ دقیقه گرم کردن (تمرینات کششی و مقاومتی اندامها، شکم و کمر، با استفاده از وزن بدن)، شروع شده و سپس با دویدن بر روی نوارگردان (Clubtrak 3.0, Quinton Instruments) ادامه می‌یافت. بار تمرین در طول ۸ هفته، از ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هر جلسه و با شدت ۶۰ درصد از MHR، به ۴۰ تا ۴۵ دقیقه و شدت ۷۵ درصد (۶۹) رسید. لازم به ذکر است که ضربان قلب، با دستگاه پلار (Model T12 pacer; Denmark)، کنترل شده و جلسات تمرین تحت کنترل پزشک، انجام می‌شد. به علاوه در پایان جلسات تمرین، یک مرحله سرد کردن، وجود داشت. شایان ذکر است، با وجود آزاد بودن آزمودنی‌ها در خودداری از ادامه تمرین، سعی محققان بر ایجاد جو دوستانه در جهت تشویق آنها به وسیله همدیگر جهت تکمیل برنامه نمیرنی، بود. با این حال در هفته اول ۱ نفر و در هفته پانزدهم، ۲ نفر از جریان تحقیق خارج شدند و بنابراین در پایان، داده‌های مربوط به ۹ نفر، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شنبليله: دانه‌های تازه خریداری شده، پس از شستشو و خشک شدن در زیر نور آفتاب، به شکل پودر درآمده و بسته‌بندی شدند. سپس آزمودنی‌های گروه‌های مربوطه، روزانه ۸ گرم از این پودر را در دو نوبت مساوی، به صورت محلول در آب یا دم کرده (۱۵ دقیقه قبل از صبحانه و شام)، و به مدت ۸ هفته دریافت کردند. همچنین، برای جبران مزه تلخ شنبليله، از نمک و یا آلبیمو (بسته به ذائقه و وضعیت آزمودنی‌ها) استفاده شد (۶۹).

فاکتورهای خونی مورد سنجش: سطوح FBS، 2hpp، HDL، LDL، TG و TC، به روش استاندارد و مقدار هموگلوبین گلیکوزیله، با استفاده از دستگاه DS5 به روش کروماتوگرافی (کیت HbA1c ساخت شرکت Biosystems ساخت اسپانیا)، اندازه‌گیری شدند (۷).

یافته‌ها

وضعیت فاکتور	اولیه	کنترل	مصرف شنبليله	ورزش	ورزش و شنبليله
FBS (mg/dl)	۱۴۰/۰±۳۷/۷۵	۱۳۸/۶۶±۳۷/۸۶	۱۳۲/۷۷±۳۴/۸۹	۱۱۹/۷۷±۲۳/۷۹	۱۰۷/۷۷±۲۰/۶۹
2hpp (mg/dl)	۲۲۷/۶۶±۷۴/۹۰	۲۱۳/۶۶±۵۳/۳۵	۱۹۷/۷۷±۴۶/۵۵	۱۸۱/۶۶±۳۴/۱۳	۱۷۷/۴۴±۳۲/۱۷
HbA1c %	۷/۷۳±۰/۸۲	۷/۶۴±۰/۹۲	۷/۱۶±۰/۵۶	۶/۷۶±۰/۵۷	۶/۵۷±۰/۴۷
HDL (mg/dl)	۳۱/۲۲±۶/۱۱	۳۰/۳۳±۹/۱۶	۳۶/۷۷±۱۱/۱۳	۳۸/۶۶±۸/۷۳	۳۸/۴۴±۹/۴۰
LDL (mg/dl)	۱۶۳/۱۱±۲۱/۶۹	۱۶۳/۴۴±۲۲/۱۹	۱۵۵/۱۱±۲۱/۶۵	۱۴۸±۱۶/۸۵	۱۴۵/۷۷±۲۰/۴۶
TG	۱۴۰/۱۱±۳۵/۶۴	۱۳۷/۲۲±۲۱/۴۱	۱۲۴/۲۲±۲۸/۷۵	۱۱۹±۱۲۴/۰۲	۱۱۶/۲۲±۱۸/۲۴

وضعيت فاكتور	اوليه	كنترل	مصرف شنبليله	ورزش	ورزش و شنبليله
(mg/dl)					
TC (mg/dl)	۱۵۹/۵۵±۴۲/۹۳	۱۵۸/۱۱±۴۲/۸۷	۱۵۲/۱۱±۳۷/۰۵	۱۵۱/۸۸±۴۲/۷۰	۱۴۸/۱۱±۴۰/۱۱

♣ معنی‌داری نسبت به وضعيت اوليه
 * معنی‌داری نسبت به وضعيت كنترل
 * معنی‌داری نسبت به وضعيت ورزش
 † معنی‌داری نسبت به وضعيت شنبليله

بحث و بررسی

مهم‌ترین بخش یافته‌های این تحقیق، آن بود که علیرغم کاهش معنی‌دار قند خون ناشتا در مرحله ورزش و شنبليله، تعامل ورزش و شنبليله، به کنترل بهتر قند خون ناشتا منجر شد. در ادبیات تحقیقی موجود نیز، موارد زیادی مبنی بر تأثیر شنبليله (۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷) و ورزش (۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰) وجود دارد.

در یکی از این از تحقیقات، دانه‌های خام کامل، عصاره پودر دانه‌ها، صمغ جداسازی شده از دانه‌ها و دانه‌های کامل پخته شده، گلوکز پس جذبی^۱ را کاهش داد در حالی که دانه‌های صمغ زدایی شده و برگ‌های پخته شده، چنین اثری را نداشت (۸۰). سایر تحقیقات گزارش کردند که مصرف شنبليله در مدت بیش از ۶ ماه، سبب بهبود کنترل قند خون می‌شود (۵۳، ۸۰، ۸۷).

مکانیسم‌های (مربوط به این اثر شنبليله به محتوای بالای فیبر رژیمی (۵۰٪) و حضور ساپونین^۲ در دانه‌های این گیاه نسبت داده شده است. همچنین در برخی از تحقیقات مشخص شده است که دانه‌های شنبليله سبب تاخیر در روند تخلیه معده و مهار انتقال گلوکز به واسطه محتوای پکتین بالا (۵۰٪) می‌شوند که در زمان هیدراته شدن، از طریق تشکیل سوسپانسیون کلوئیدی، می‌تواند سبب کاهش سرعت تخلیه معده و جذب گلوکز شود (۳۶). همچنین ساویر و همکاران (۱۹۹۸)، گزارش کردند که اسید آمینه ۴-هیدروکسی ایزولوسین موجود در دانه‌های شنبليله، از طریق اثر مستقیم بر قسمت جزایر لانگرهانس هم در موش‌ها و هم در انسان‌ها، سبب افزایش رهاسازی انسولین می‌شود (۷۲). ریز و همکاران نیز گزارش کردند که دانه‌های شنبليله سبب کاهش سطوح گلوکاگون و سوماتوستاتین در سگ‌ها می‌شود (۶۸). افزایش گیرنده‌های انسولینی گلوبول‌های قرمز و تعدیل میزان استفاده گلوکز و همچنین تعدیل ترشحات بخش برون ریز غده پانکراس نیز گزارش شده است (۸۰). از سویی در حال حاضر کاملاً روشن است که در اشخاص دیابتی که بیماری آنها در وضعیت حادثری می‌باشد^۳، ورزش فواید بیشتری دارد و همچنین یک اثر خفیف توام^۴، می‌تواند می‌تواند همراه با دستکاری همزمان رژیمی به اثرات ورزش افزوده شود (۶۳).

1. postprandial
2. Saponin
3. Those with more severe disease
4. little synergistic effect

به هرحال، نتایج این تحقیق برای اولین بار نشان داد که مصرف همزمان شنبلیله به همراه ورزش، اثر بهتری نسبت به هر دوی ورزش و مصرف شنبلیله به تنهایی دارد که آن را از سایر تحقیقات موجود متمایز می‌کند. گوپتا و همکاران (۲۰۰۱) نیز در یک تحقیق مشابه، اثر روش کنترل معمولی (رژیم و ورزش) و مصرف عصاره گیاه شنبلیله را بر روی بیماران دیابتی نوع II بررسی کردند که طی آن FBS در هر دو گروه کاهش یافت. بنابراین، این محققان گزارش کردند که احتمالاً مصرف عصاره گیاه شنبلیله و استفاده رژیم غذایی به همراه ورزش در روند کنترل دیابت، کارایی یکسانی دارند (۳۶) که به نوعی با یافته‌های تحقیق ما، همسو می‌باشد. لازم به ذکر است که در آن تحقیق، هیچ تفاوتی در تست تحمل گلوکز گزارش نشد در حالی که در تحقیق حاضر، مصرف شنبلیله سبب کاهش معنی‌داری در سطوح قند خون پس‌جذبی گردید. به نظر می‌رسد که علیرغم ترتیب تصادفی مواجهه با مراحل چهارگانه در بین آزمودنی‌ها، به علت عدم وجود دوره پاکسازی^۱ در بین مراحل، عواملی مانند تداخل اثر چند متغیر، سبب کسب چنین نتایجی شده است.

در بخش دیگر نتایج این تحقیق در حلی که هر دوی ورزش و شنبلیله سبب کاهش سطوح گلوکز پس‌جذبی شد و در این مورد، مرحله ورزش بهتر از شنبلیله نبود؛ اما تعامل حاصل از ورزش و شنبلیله اثر بهتری نسبت به مصرف شنبلیله داشت. از این رو، به علاوه از نقش مثبت تعاملی، به نظر می‌رسد که نقش فعالیت بدنی در افزایش حساسیت به انسولین قوی‌تر از شنبلیله باشد. این نکته به خوبی مشخص است که فعالیت بدنی حاد و استقامتی، منجر به افزایش متابولیسم گلوکز ناشی از انسولین در افراد سالم و نمونه‌های دیابتی حیوانی می‌شود (۳۴، ۳۷، ۴۱). پاسخ به افزایش انتقال گلوکز بعد از تمرین ورزشی (به واسطه انسولین)، شامل تنظیم افزایشی بیان پروتئین GLUT4 (۱۲، ۲۰، ۳۰، ۳۳، ۳۸، ۷۰، ۸۸) و افزایش تغییر مکان^۲ GLUT4 (۲۰) و همچنین افزایش در معرض قرار گرفتن این پروتئین انتقالی در سطح سلول (۳۰) می‌باشد. همچنین سازگاری‌هایی در آنزیم‌های درگیر در فسفوریلاسیون و اکسیداسیون گلوکز نیز دیده می‌شود (۳۹، ۴۱). به هرحال، این یافته تحقیق نیز با نتایج تحقیقات گذشته، به خوبی همخوانی دارد.

در بخش دیگری از این تحقیق، کاهش سطوح هموگلوبین گلیکوزیله شده در مراحل مصرف شنبلیله، ورزش و ورزش به همراه مصرف شنبلیله، بیانگر بهبود کنترل قند خون می‌باشد. اثرات شنبلیله بر بهبود کنترل قند خون، به وسیله سایر محققان نیز در مورد حیوانات (۴۹، ۵۷، ۵۸، ۶۸، ۷۸) و انسان‌های دیابتی (۶، ۸۰، ۸۶)، گزارش شده است؛ اما یافته منحصر به فرد این تحقیق آن بود که در هر دو مرحله ورزش و ورزش به همراه مصرف شنبلیله، مقدار کاهش سطوح هموگلوبین گلیکوزیله (قوی‌ترین شاخص کنترل دیابت)، بیش از مرحله شنبلیله بود. بنابراین، باز هم به نظر می‌رسد که شاید تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله در گروه E و EFG برجسته‌تر باشد. لازم به ذکر است که مدت برنامه ورزشی در تحلیل نتایج مربوط به سطوح هموگلوبین گلیکوزیله (A1c)، بسیار اهمیت دارد. با این که اثر مدت برنامه ورزشی بر سطوح A1c، به خوبی با نیمه عمر هموگلوبین همخوانی دارد؛ اما اثر کل مدت فعالیت بر سطوح A1c و سایر

1. Washout period

2. Translocation

شاخص‌ها، كاملا در پرده تناقض می‌باشد. همچنين، ميزان کاهش سطوح A1C در حين برنامه‌های ورزشی كه کمتر از ۱۲ هفته به طول می‌انجامد در حدود 0.3 ± 0.8 درصد گزارش شده است در حلی كه در طی بازه‌های زمانی بالاتر، اين مقدار تنها در حدود 0.4 ± 0.4 درصد می‌باشد. اين یافته می‌تواند در اكثر بیماران كه در برنامه ورزشی، به سطح يكنواختی دست یافته‌اند و از طريق افزودن ورزش، ديگر فوايد بیشتری حاصل نمی‌کنند، صادق باشد (۶۳). بنابراین به نظر می‌رسد كه سطوح پایین آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها در آغاز اين تحقيق (همان طور كه از ضربان قلب استراحتی و درصد چربی بدنی و سطح آمادگی هوازی آنها استنباط می‌شود)، باعث پررنگ شدن اثر ورزش شده است؛ اما چون مقایسه مستقیمی انجام نشده است در حال حاضر امکان ارائه نظر قاطع وجود ندارد.

در ساير نتایج اين تحقيق، افزایش سطوح HDL، و کاهش LDL و TG، فقط در مراحل ورزش و ورزش به همراه مصرف شنبليله، اتفاق افتاد و تغييرات مشاهده شده در مرحله مصرف شنبليله، معنی‌دار نبود. با اين حال در ادبیات تحقيقي موجود، تحقیقات بسیار زیادی در مورد اثر شنبليله بر بهبود نیمرخ چربی خون وجود دارد (۴، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۸۲، ۸۴، ۸۵).

اثر پایین آورنده TG توسط شنبليله، به مؤلفهٔ پكتين (سبب جذب نمك‌های صفراوی می‌شود) و افزایش تبدیل كلسترول كبدی به نمك‌های صفراوی بواسطه دفع مجموعه اين مواد به همراه فيبر و ساپونینی‌های موجود در شنبليله نسبت داده شده است. همچنين عقیده بر آن است كه جذب نمك‌های صفراوی و اثر افزایش دفع نمك‌های صفراوی^۱ به وسیلهٔ شنبليله، ممكن است بر چرخه درون كبدی اسیدهای صفراوی تأثیر گذاشته و سبب افزایش متابولیسم كلسترول و بنابراین کاهش سطوح TG شود (۱، ۷، ۴، ۳۶، ۶۸، ۷۳). به علاوه، شنبليله حاوی ۲۶٪ پروتئين گیاهی می‌باشد و بنابراین ممكن است كه واجد اثر پایین آورندگی چربی خون نیز باشد (۸۱). با اين حال در اكثر موارد تحقيقي موجود در اين زمینه، مشاهده می‌شود كه اثرات شنبليله در کاهش چربی خون^۲، مربوط به حیوانات آزمایشگاهی (۶) و انسان‌های ديابتی دارای عارضه چربی خون بالا (۱۱، ۶۵) و يا كلسترول خون بالا (۷، ۱۱، ۴۲، ۶۵، ۸۵) می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد كه در اين تحقيق، به علت طبیعی بودن سطوح HDL، LDL و TG خون آزمودنی‌ها، شنبليله نتوانسته است بر آنها تأثیر معنی‌داری اعمال کند. به علاوه لازم به ذکر است كه علیرغم کاهش‌های مشاهده شده در مرحله ورزش، سطوح اين فاکتورها باز در محدوده طبیعی خود باقی ماند. بنابراین به نظر می‌رسد كه شنبليله در کاهش چربی خون افراد ديابتی كه از لحاظ کنترل متابوليك در وضعيت مناسبی هستند، اهميت زیادی ندارد. از سویی، گزارش شده است كه اثر دانه‌های شنبليله بر سطوح TG، LDL و HDL، با افزایش دوز مصرف آن، رابطه معكوس دارد. به طوری كه هرچه دوز مصرف بیشتر باشد، کاهش سطوح فاکتورهای مذکور بیشتر خواهد بود (۷). از اين رو، شاید با مصرف دزهای بالاتر بتوان اثرات بهتری مشاهده كرد.

1. Cholaguc effect

2. hypolipidemic effect

در آخرین بخش از نتایج این تحقیق، تنها در مرحله ورزش به همراه مصرف شنبلیله، تفاوت معنی‌داری در سطوح TC خون مردان دیابتی نوع II، مشاهده شد. کیفیت و مقدار پروتئین موجود در رژیم غذایی، اثر مستقیمی بر سطوح کلسترول دارد. عموماً به نظر می‌رسد که پروتئین‌های گیاهی دارای سطوح کلسترول پایین‌تری هستند (۴۴). برخی تحقیقات، اثرات شنبلیله بر کاهش TC را نیز گزارش کرده‌اند (۷۳، ۷۹، ۸۱، ۸۲، ۹۳، ۹۶).

شنبلیله به علاوه از محتوای بالای فیبر رژیمی، حاوی ساپونین‌ها نیز می‌باشد که به عنوان پایین آورنده سطوح کلسترول خون شناخته می‌شوند (۳۶، ۸۱، ۸۲). در یک تحقیق، ابوصالح و همکاران (۲۰۰۶)، اثرات مثبت مصرف ۲۵ گرم شنبلیله در عرض ۴۲ روز و در طی دو نوبت در شبانه روز را در بیماران دیابتی نوع II، نشان دادند که در آن سطوح TC از $(\text{mg/dl}) 285/12 \pm 2/40$ در روز اول به $(\text{mg/dl}) 279/12 \pm 2/36$ در روز بیست و یکم و $(\text{mg/dl}) 278/37 \pm 2/31$ در روز چهل و دوم رسید که به نوعی می‌تواند با نتایج تحقیق حاضر، همسو لحاظ شود.

در مورد ورزش نیز شایان ذکر است که بهبود نیمرخ لیپیدی از طریق کاهش تراکم TC، TG و LDL و افزایش در غلظت و زیررده‌های آن و همچنین تنظیم قند خون، یکی جنبه‌های تقریباً مسلم و پذیرفته شده فعالیت بدنی می‌باشد (۱، ۲۱، ۳۲، ۴۷، ۵۶، ۵۹، ۶۳، ۶۹، ۹۲، ۹۹). به هر حال، به نظر می‌رسد که علت عدم تأثیر مرحله ورزش و یا شنبلیله بر سطوح TC نیز، مربوط به سطوح طبیعی آن در بین آزمودنی‌ها باشد. به طوری که میانگین آن در طی مرحله اولیّه، برابر با $158/77 \pm 42/76$ میلی گرم بر دسی لیتر، بود. به طور کلی، این تحقیق نشان داد که تعامل مصرف شنبلیله و ورزش می‌تواند اثر بهتری نسبت به هر کدام از آنها در مورد قند خون ناشتا، گلوکز پس جذب، هموگلوبین گلیکوزیله شده و کلسترول تام داشته باشد. به نظر می‌رسد که استفاده از نمونه‌های حیوانی دیابتیک غیر کنترل شده (که دارای سطوح قند، چربی و کلسترول بالاتری باشند)، برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر در این زمینه، مفید تر باشد. به علاوه، به نظر می‌رسد که شنبلیله علاوه بر محتوای بالای فیبر رژیمی، می‌تواند به عنوان یک منبع پروتئین در رژیم غذایی ویژه افراد دیابتی، معرفی شود.

قدردانی

بدین وسیله جا دارد تا از زحمات کلیه آزمودنی‌ها و همکاری‌های صمیمانه خانم پورعلی (متصدی انجمن دیابت)، دکتر پورمقدم (رئیس شبکه بهداشت و درمان شهرستان جلفا)، آقایان دکتر حمید شیرعلی‌زاده علمداری و دکتر قهرمان عباس‌پور علمداری (پزشکان ویژه پژوهش)، خیرین محترم شهرستان، متصدیان سالن ورزشی ریاست جمهوری هادی شهر و در نهایت کلیه عوامل حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد هادی شهر، سپاس و قدردانی به عمل آید.

منابع

۱. صادقی، عباس، (۱۳۷۲). مقایسه میزان کلسترول، تری گلیسرید و لیپوپروتئین سرم دوندگان استقامتی، وزنه برداران، غیر ورزشکاران و همبستگی آن با میزان چربی زیرپوستی و Vo2max. پایان نامه کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی. دانشگاه تربیت مدرس
2. J. A. Abdel — Barry, I. A. Abdel — Hassan, A. M. Jawad and M. H. H. Al — Hakiem (2000). Hypoglycaemic effect of aqueous extract of the leaves of *Trigonella foenum — graecum* in healthy volunteers 6 (1) 83_ 88.
3. Abigail Kelble (2005). Spices and type 2 diabetes. *Nutrition & Food Science* 35 (2) 81_ 87
4. Abu Saleh M. Moosa, Mamun Ur Rashid, A. Z. S. Asadi, Nazma Ara, M. Mojib Uddin and A Ferdaus (2006). Hypolipidemic effects of fenugreek seed powder. *Bangladesh J Pharmacol* 1: 64_ 67
5. Ajabnoor MA, Tilmisany AK (1988). Effect of *Trigonella foenum graecum* on blood glucose levels in normal and alloxan — diabetic mice. *J Ethnopharmacol.* 22 (1): 45 _ 49
6. Al — Habori M, Al — Aghban AM, Al — Mamary M (1998). Effect of fenugreek seeds and its extracts on plasma lipid profile: a study on rabbits. *Phytotherapy Res.* 12: 572_ 75.
7. Analava Mitra (2006). Effects of Fenugreek in Type 2 Diabetes and Dyslipidaemia. *Indian Journal for the Practising Doctor* 3 (2) ; 41_ 53.
8. B. Annida, P. Stanely Mainzen Prince (2005). Supplementation of Fenugreek Leaves Reduces Oxidative Stress in Streptozotocin — Induced Diabetic Rats. *Journal of Medicinal Food* 8 (3): 382_ 385.
9. B. Anitha Devi, N. Kamalakkannan, P. Stanely Mainzen Prince (2003). Supplementation of fenugreek leaves to diabetic rats. Effect on carbohydrate metabolic enzymes in diabetic liver and kidney. *Phytotherapy Research*, 17 (10): 1231_ 1233.
10. M. Atkinson, G. Eisenbarth (2001). Type 1 diabetes: new perspectives on disease pathogenesis and treatment. *The Lancet*, 358 (9277) ; 221_ 229
11. Awal MA, Rashid MU, Ahmed KW, Asadi ZS, Islam K (1999). Effect of karela and fenugreek on lipid profile in hypocholesterolemic diabetic patients. *Bangladesh J Physiol Pharmacol.* 15: 6 _ 8.
12. Banks EA, Brozinick JT Jr, Yaspelkis BB III, Kang HY, and Ivy JL (1992). Muscle glucose transport, GLUT — 4 content, and degree of exercise training in obese Zucker rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 263: E1010_ E1015

13. Basch E, Ulbricht C, Kuo G, Szapary P, Smith M (2003). Therapeutic applications of fenugreek. *Altern Med Rev*. 8: 20 – 7.
14. Bhardwaj PK, Dasgupta DJ, Prashar BS, Kaushal SS (1994). Control of hyperglycemia and hyperlipidaemia by plant product. *J Assoc Physicians India* 42 (1): 33– 35.
15. Blumenthal M, Busse W R and Goldberg A (1998) *The Complete Commission Monograph: Therapeutic guide to herbal medicines*, MA: Integrative Communications, 130, Boston.
16. Bordia A, Verma SK, Srivastava KC (1997). Effect of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) on blood lipids, blood sugar and platelet aggregation in patients with coronary artery disease. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 56: 379 – 384.
17. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta – analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 286: 1218 – 27.
18. Boulé N, Haddad E, Kenny G, Wells G, Sigal R (1998). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes: a meta – analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 286: 1218– 1227.
19. Broadhurst, C. Leigh, Polansky, M. M. and Anderson, R. A. (2000) , “Insulin – like biological activity of culinary and medicinal plant aqueous extracts in vitro”, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Vol. 48, pp. 849 – 52.
20. Brozinick, JT Jr, Etgen GJ, Yaspelkis BB III, Kang HY, and Ivy JL (1993). Effects of exercise training on muscle GLUT – 4 protein content and translocation in obese Zucker rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 265: E419– E427
21. Canadian Diabetes Association (2003). *Canadian Diabetes Association 2003 clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada*. *Can J Diab* 27 (Suppl. 2): S1– S152.
22. Castaneda C, Layne JE, Munoz – Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M (2002). A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25: 2335 – 41
23. Chiara Di Loreto Carmine Fanelli, Paola Lucidi, Giuseppe Murdolo, Arianna De Cicco, Natascia Parlanti, Anna Ranchelli, Cristina Fatone, Chiara Taglioni, Fausto Santeusano, and Pierpaolo De Feo (2005). Long – term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. *Diabetes Care* 28: 1295 – 1302
24. Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine (1995). *Physical activity and public health: a recommendation from the*

- Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273: 402_ 407
25. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ (2003). Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 26: 2977_ 82.
 26. De Fronzo RA. 1997 Pathogenesis of type 2 diabetes: metabolic and molecular implications for identifying diabetes genes. *Diabetes Rev.* 5: 177_ 285.
 27. Di Loreto C, Fanelli C, Lucidi P, Murdolo G, De Cicco A, Parlanti N, Santeusano F, Brunetti P, De Feo P (2003). Validation of a counseling strategy to promote the adoption and the maintenance of physical activity by type 2 diabetic subjects. *Diabetes Care* 26: 404_ 408
 28. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG (1998). Effects of a short — term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pract* 40: 53_ 61.
 29. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, et al (2002). High — intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25: 1729 _ 36
 30. Etgen GJ, Jensen J, Wilson CM, Hunt DG, Cushman SW, and Ivy JL (1997). Exercise training reverses insulin resistance in muscle by enhanced recruitment of GLUT _ 4 to the cell surface. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 272: E864_ E869.
 31. Ethan Basch, Catherine Ulbricht, Grace Kuo, Philippe Szapary, Michael Smith (2003). Therapeutic Applications of Fenugreek, Review Article, *Alternative Medicine* (8) 1; 20 _ 27
 32. M. J. Fowler (2007). Diabetes Treatment, Part 1: Diet and Exercise Clin. *Diabetes* 25 (3): 105 _ 109.
 33. Friedman JE, Sherman WM, Reed MJ, Elton CW, and Dohm GL (1990). Exercise training increases glucose transporter protein GLUT _ 4 in skeletal muscle of obese Zucker (fa/fa) rats. *FEBS Lett* 268: 13_ 16,
 34. Goodyear LJ and Kahn BB (1998). Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annu Rev Med* 49: 235_ 261.
 35. L C Groop, R C Bonadonna, S DelPrato, K Ratheiser, K Zyck, E Ferrannini, and R A DeFronzo (1989). Glucose and free fatty acid metabolism in non — insulin — dependent diabetes mellitus. Evidence for multiple sites of insulin resistance. *J Clin Invest* 84 (1): 205_ 213.
 36. Gupta A, Gupta R, Lal B (2001). Effect of *Trigonella foenum _ graecum* (fenugreek) seeds on glycaemic control and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: a double blind placebo controlled study. *J Assoc Physicians India* 49: 1055 _ 6.

37. Hayashi T, Wojtaszewski JF, and Goodyear LJ (1997). Exercise regulation of glucose transport in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 273: E1039_ E1051.
38. Hevener AL, Reichart D, and Olefsky J (2000). Exercise and thiazolidinedione therapy normalize insulin action in the obese Zucker fatty rat. *Diabetes* 49: 2154_ 2159
39. Holloszy JO and Hansen PA (1996). Regulation of glucose transport into skeletal muscle. *Rev Physiol Biochem Pharmacol* 128: 99_ 193.
40. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F (2004). Strength training increases insulin _ mediated glucose uptake, GLUT4 content, insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 53: 294_ 305.
41. Ivy JL, Zderic TW, and Fogt DL (1999). Prevention and treatment of non _ insulin _ dependent diabetes mellitus. *Exerc Sport Sci Rev* 27: 1_ 35
42. Jain V, Jain P, Sharma S & Kakani R (1995). Hypolipidaemic activity of syndrex, a hydroalcoholic extract of fenugreek seeds: Single blind clinical study. *Int. Med. J* 89: 1_ 41.
43. Jamal Ahmed Abdel _ Barry, Issa Abed Abdel _ Hassan, Mohammad H. H. Al _ Hakiem (1997). Hypoglycemic and antihyperglycemic effects of *Trigonella foenum graecum* leaf in normal and alloxan induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 58; 3, 149 _ 155
44. James H (2004). Atrovastatin reduces remnant lipoproteins and small, dense low _ density lipoproteins regardless of the baseline lipid pattern. *Prev Cardiol*. 7: 154_ 60.
45. Jayadev Raju , Dhananjay Gupta, Araga R. Rao, Pramod K. Yadava. Najma Z. Baquer (2001). *Trigonella foenum graecum* (fenugreek) seed powder improves glucose homeostasis in alloxan diabetic rat tissues by reversing the altered glycolytic, gluconeogenic and lipogenic enzymes. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 224 (1_ 2): 45 _ 51
46. Kar A, Choudhary BK, Bandyopadhyay NG (2003). Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. *J Ethnopharmacol*, 2003; 84 (1): 105 _ 108
47. J. Kavookjian, B. M. Elswick, and T. Whetse (2007). Interventions for Being Active Among Individuals With Diabetes: A Systematic Review of the Literature. *The Diabetes Educator* 33 (6): 962_ 988.
48. KELLEY, D. E. , and B. H. GOODPASTER (2001). Effects of exercise on glucose homeostasis in Type 2 diabetes mellitus. *Med. Sci. Sports Exerc.* , Vol. 33, No. 6, Suppl. , pp. S495 _ S501.

49. Khosla P, Gupta D D, Nagpal K K (1995) , Effects of Trigonella Foenum Graecum (Fenugreek) on blood glucose in normal and diabetis rats. *Indian J. Physiol. — Pharmacol.* 39: 173_ 81.
50. Kirk A, Mutrie N, MacIntyre P, Fisher M (2004). Effects of a 12_ month physical activity counselling intervention on glycaemic control and on the status of cardiovascular risk factors in people with type 2 diabetes. *Diabetologia* 47: 821_ 832
51. Klein S, Sheard NF, Pi _ Sunyer X, Daly A, Wylie _ Rosett J, Kulkarni K, Clark NG, American Diabetes Association, North American Association for the Study of Obesity, American Society for Clinical Nutrition (2004). Weight management through lifestyle modification for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. *Diabetes Care* 27: 2067_ 73.
52. G. Kumar , A. Shetty , K. Sambaiah , P. Salimath (2005). Antidiabetic property of fenugreek seed mucilage and spent turmeric in streptozotocin _ induced diabetic rats. *Nutrition Research* 25 (11) 1021_ 1028
53. Kuppu Rajan K, Srivatsa A, Krishnaswami CV, Bagavathiammal KC, Janaki I, Vijayakumar G, Chellamariappan M, Asha Bai PV, Buchi Babu O (1998). Hypoglycemic and hypotriglyceridemic effects of Methika churna (fenugreek). *Antiseptic* 95: 78_ 79.
54. Laurie J. Goodyear, Barbara B. Kahn (1998). EXERCISE, GLUCOSE TRANSPORT, AND INSULIN SENSITIVITY 49: 235 _ 261
55. Ali L, Azad Khan AK, Hassan Z, Mosihuzzaman M, Nahar N, Nasreen T, Nur _ e _ Alam M, Rokeya B (1995). Characterization of the hypoglycemic effects of Trigonella foenum graecum seed. *Planta Med* 61 (4): 358 _ 360
56. Lennon, S. L. and etal (2004) , Loss of exercise _ induced cardio protection after ceassation of exercise. *J. Apple. Physiol*, 96: 1299 _ 1305.
57. Madar Z (1987) Fenugrek (Trigonella foenum graecum) as a means of reducing postprandial glucose levels in diabetic rats. *Nutr. Int.* 29,1261_ 72.
58. Madar Z, Abel R, Samish S, Arad J (1988). Glucoselowering effect of fenugreek in non _ insulin dependent diabetics. *Eur J Clin Nutr* 42: 51_ 54.
59. Melvin Julian Clark, James J. Sterret and Deborah Stier Carson (2000). Diabetes guidelines: A summary and comparison of the recommendations of the American diabetes association, Veterans health administration, and American association of clinical endocrinologists. *Clinical Therapeutics* 22 (8): 899 _ 910
60. Molham Al _ Habori , Amala Raman (1998). Antidiabetic and hypocholesterolaemic effects of fenugreek. *Phytotherapy Research*, 12 (4): 233_ 242

61. Mondal DK, Yousuf BM, Banu LA, Ferdousi R, Khalil M, Shamim KM (2004). Effect of fenugreek seeds on the fasting blood glucose level in the streptozotocin induced diabetic rats. *Mymensingh Med J* 13 (2): 161- 4.
62. Neeraja A, Rajyalakshmi P (1996). Hypoglycemic effect of processed fenugreek seeds in humans. *J Food Sci Technol* 33: 427- 430.
63. Neil J. Snowling and Will G. Hopkins (2006). Effects of Different Modes of Exercise Training on Glucose Control and Risk Factors for Complications in Type 2 Diabetic Patients Reviews/Commentaries/ADA Statements. A Meta — Analysis. *Diabetes Care* 29: 2518 _ 2527
64. Polonsky KS, Sturis J, Bell GI (1996). Seminars in Medicine of the Beth Israel Hospital, Boston. Non — insulin — dependent diabetes mellitus — a genetically programmed failure of the beta cell to compensate for insulin resistance. *N Engl J Med*. 334 (12): 777- 783.
65. Prasanna M (2000). Hypolipidemic effect of fenugreek: a clinical study. *Indian J Pharma*. 32: 34- 6.
66. Rabinovitch, A. and Skyler, J. S (1998). Prevention Of Type 1 Diabetes. *Med. Clin. North Am* 82, 739- 755.
67. Raghuram TC, Sharma RD, Sivakumar B, et al (1994). Effect of fenugreek seeds on intravenous glucose disposition in non — insulin dependent diabetic patients. *Phytother Res* 8: 83- 86.
68. Ribes G, Sauvaire Y, Costa CD, Baccou, JC and Loubatieres _ Mariani MM (1986). Antidiabetic effects of subfraction from fenugreek seeds in diabetic dogs. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med*. 182, 159 _ 66.
69. Ronald J. Sigal, Glen P. Kenny, Normand G. Boulé, George A. Wells, Denis Prud'homme, Michelle Fortier, Robert D. Reid, Heather Tulloch, Douglas Coyle, Penny Phillips, Alison Jennings, and James Jaffey, (2007). effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes. 147 (6) ; 357- 369
70. Saengsirisuwan V, Kinnick TR, Schmit MB, and Henriksen EJ (2001). Interactions of exercise training and _ — lipoic acid on glucose transport in obese Zucker rat. *J Appl Physiol* 91: 145- 153.
71. S. Satyanarayana, G. S. Sarma, A. Ramesh, K. Sushruta, N. Srinivas (2003). Evaluation of Herbal Preparations for Hypoglycemic Activity in Normal and Diabetic Rabbits. *Pharmaceutical Biology (Formerly International Journal of Pharmacognosy)* 41 (6): 466 _ 472
72. Sauvaire Y, Petit P, Broca C, et al (1998). 4- Hydroxyisoleucine: a novel amino acid potentiator of insulin secretion. *Diabetes* 47: 206 _ 210.

73. Sauvaire Y, Ribes G, Baccou JC (1991). Implication of steroid saponins and sapogenins in the hypocholesterolemic effect of fenugreek. *Lipids* 26: 191- 197.
74. Saxena A, Vikram NK (2004). Role of selected Indian plants in management of type 2 diabetes. *J Altern Complement Med* 10 (2): 369 - 378.
75. Schatz, D. , Krischer, J. and Skyler, J. , J (2000). *Clin. Endocrinol. Metab.* 85, 494- 522.
76. Sewell AC, Mosandl A, Bohles H (1999). False diagnosis of maple syrup urine disease owing to ingestion of herbal tea. *N Engl J Med* 341: 769.
77. Shalini Thakran, Salimuddin, Najma Z. Baquer (2003). Oral administration of orthovanadate and *Trigonella foenum graecum* seed powder restore the activities of mitochondrial enzymes in tissues of alloxan – induced diabetic rats. *Molecular and Cellular Biochemistry.* 247 (1- 2): 45 - 53
78. Shani J, Gold Schmied A, Joseph B, Abronson Z and Sneman FG (1974) Hypoglycemic effects of *Trigonella faenum graecum* and *Lupinus termis* (Leguminosae) seed and their major alkaloids in alloxan - diabetic and normal rats. *Arch. Int. Pharmacodyn Ther.* 210, 27- 37.
79. Sharma RD (1984). Hypocholesterolemic activity of fenugreek an experimental study in rat. *Nutr Rep Int* 30: 221- 31.
80. Sharma RD (1986). Effect of fenugreek seeds and leaves on blood glucose and serum insulin responses in human subjects. *Nutr Res* 6: 1353- 1364.
81. Sharma R (1986). An evaluation of hypocholesterolemic factor of fenugreek seeds (*T foenum graecum*) in rats. *Nutr Rep Int* 33: 669 - 677.
82. Sharma RD, Raghuram TC, Rao NS (1990). Effect of fenugreek seeds on blood glucose and serum lipids in type I diabetes. *Eur J Clin Nutr* 44: 301- 306.
83. Sharma RD, Raghuram TC (1990). Hypoglycaemic effect of fenugreek seeds in non - insulin dependent diabetic subjects. *Nutr Res* 10: 731- 739.
84. Sharma RD, Raghuram TC, Dayasagar Rao V (1991). Hypolipidaemic effect of fenugreek seeds. A clinical study. *Phytother Res* 3: 145 - 147.
85. Sharma RD, Sarkar DK, Hazra B, et al (1996). Hypolipidaemic effect of fenugreek seeds: a chronic study in non - insulin dependent diabetic patients. *Phytother Res* 10: 332- 334.
86. Sharma RD, Sarkar A, Hazra DK, Mishra B, Singh JB, Sharma SK, Maheshwari BB, Maheshwari PK (1996). Use of fenugreek seed powder in the management of non - insulin dependent diabetes mellitus. *Nutr Res* 16: 1331- 1339
87. Sharma RD, Sarkhar DK, Hazra, Misra B, Singh JB, Maheshwari BB (1996). Toxicological evaluation of fenugreek seeds: a long term feeding experiment in diabetic patients. *Phytother Res* 10: 519- 520

88. Sherman WM, Friedman JE, Gao JP, Reed MJ, Elton CW, and Dohm GL (1993). Glycemia and exercise training alter glucose transport and GLUT4 in the Zucker rat. *Med Sci Sports Exerc* 25: 341- 348.
89. Sigal RJ, Kenny JP, Wassermann DH, Castaneda — Sheppa G (2004). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 27: 2518- 2539.
90. R. J. Sigal, G. P. Kenny, N. G. Boule, G. A. Wells, D. Prud'homme, M. Fortier, R. D. Reid, H. Tulloch, D. Coyle, P. Phillips (2007). Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Randomized Trial. *Ann Intern Med* 147 (6): 357- 369.
91. Ronald J. Sigal, Glen P. Kenny, David H. Wasserman, Carmen Castaneda – Sceppa, and Russell D. White (2006). Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. A consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 29: 1433- 1438
92. Snowling NJ, Hopkins WG (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta – analysis. *Diabetes Care* 29: 2518 – 27.
93. Sowmya P, Rajyalakshmi P (1999). Hypocholesterolemic effect of germinated fenugreek seeds in human subjects. *Plant Foods Hum Nutr* 53: 359 – 365.
94. Swanston — Flatt SK, Day C, Flatt PR, Gould BJ, Bailey CJ (1989). Glycaemic effects of traditional European plant treatments for diabetes. Studies in normal and streptozotocin diabetic mice. *Diabetes Res* 10 (2): 69 – 73.
95. N. Talpur, B. Echard C. Ingram, D. Bagchi and H. Preuss (2005). Effects of a novel formulation of essential oils on glucose— insulin metabolism in diabetic and hypertensive rats: a pilot study. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 7 (2): 193
96. Valette G, Sauvaire Y, Baccou JC, Ribes G (1984). Hypocholesterolaemic effect of fenugreek seeds in dogs. *Atherosclerosis* 50: 105 – 111.
97. V. Vats, S. P. Yadav, J. K. Grover (2003). Effect of T. foenumgraecum on glycogen content of tissues and the key enzymes of carbohydrate metabolism. *Journal of Ethnopharmacology*. 85: 237- 242
98. William E. Kraus AND Benjamin D. Levine (2007). Exercise Training for Diabetes: The "Strength" of the Evidence. *Annals* 147: 423- 424.
99. R. F. Zoeller JR (2007). Physical Activity: The Role of Physical Activity and Fitness in the Prevention and Management of Type 2 Diabetes Mellitus. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1 (5): 344- 350.

