

● مقالات تحقیقی (۴)

فروکتوز آمین، کنترل دیابت و ارایه یک مدل جدید

چکیده

نگهداری میزان قند خون در سطح مناسب مهم‌ترین هدف در درمان بیماران دیابتی است. در حال حاضر جهت ارزیابی اقدامات درمانی بطور وسیعی از آزمایشهای قند خون ناشتا (FBS)^(۱) و هموگلوبین گلیکوزیله (HbA_{1c})^(۲) استفاده می‌شود. از آنجاییکه دو آزمون فوق در کلیه حالات نمی‌توانند بازگو کننده وضعیت متابولیک بیمار باشند، لذا مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کنترل بیماران دیابتی از طریق اندازه‌گیری فروکتوز آمین سرم فراهم آوردن امکان نظارت مستقیم بر متوسط قند خون بیمار در فاصله‌ای از زمان که در آن محدوده، امکان تخمین متوسط قند خون توسط سایر شاخصها امکان‌پذیر نمی‌باشد، انجام گردید. بدین منظور فروکتوز آمین سرم به عنوان یک شاخص حد واسط قند خون در ۹۰ بیمار دیابتی (نوع I و II) که از کنترل خوبی برخوردار نبودند، در سه نوبت به فواصل دو هفته و همچنین ۱۰۰ فرد طبیعی با روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج حاصله مقادیر فروکتوز آمین اندازه‌گیری شده ارتباط خوبی را با قند خون ناشتا و HbA_{1c} نشان داد. ارتباط بین شاخصهایی نظیر قند خون نوبت اول تا سوم، HbA_{1c} نوبت اول تا سوم، سن، جنس، نوع و زمان ابتلا به دیابت جهت نظارت بر سطح گلیسمی بیمار با استفاده از آزمون آماری رگرسیون چندگانه مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس نموداری تهیه گردید، که امکان نظارت مستقیم بر قند خون را با توجه به مقدار فروکتوز آمین سرم مهیا ساخت. از این طریق در بیماران دیابتی کنترل نشده با استفاده از مدل فوق و با اندازه‌گیری سطح فروکتوز آمین سرم می‌توان فرایند درمان و بهبودی ناشی از کنترل قند را در شروع درمان و تغییر روند درمان به سهولت مورد ارزیابی قرار داد.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیماران دیابتی، فروکتوز آمین سرم، گلیکوزیلاسیون پروتئینهای سرم

دکتر باقر لاریجانی

دکتر محمد پژوهی

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تهران، بیمارستان شریعتی، مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم

دکتر لادن حسینی‌گوهری

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران

دکتر ابراهیم جوادی

استادیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تهران، بیمارستان شریعتی، مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم

دکتر علیرضا شفاغی

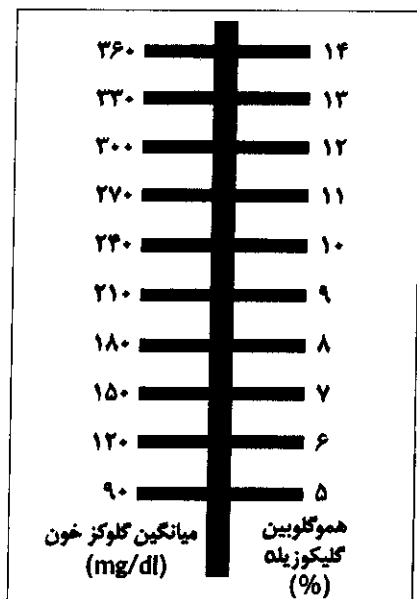
محقق دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تهران، بیمارستان شریعتی، مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم

دکتر محمود محمودی

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تهران، دانشکده بهداشت، گروه آمار حیاتی

۱- FBS: Fasting Blood Sugar

۲- HbA_{1c}: Hemoglobin A1



شکل شماره (۱): ارتباط بین هموگلوبین A_{1c} و متوسط قند خون بیمار

تهیه گردید که در درمان و پیگیری بیماران دارای اهمیت می باشد.

روش کار

مطالعه حاضر روی ۹۰ بیمار دیابتی و ۱۰۰ فرد طبیعی صورت گرفته است. بیماران از مراجعین به درمانگاه دیابت مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران انتخاب شدند. این بیماران همگی قبل از شروع مطالعه از کنترل ضعیفی برخوردار بودند و لذا نحوه درمان در مورد آنان در شروع مطالعه تغییر نموده است. برای انتخاب گروه شاهد نیز دو معیار زیر در نظر گرفته شد: الف) عدم وجود سابقه فامیلی ابتلا به دیابت در فامیل درجه اول ب) عدم وجود بیماریهای زمینه‌ای از قبیل عفونت و بیماریهای قلبی [۷].

از ۹۰ بیمار دیابتی و ۲۵ نفر مبتلا به

اندازه گیری هموگلوبین گلیکوزیله را طولانی می کند، لذا در بعضی موارد به بررسی فاکتورهای دیگری جهت بالابردن دقت ارزیابی کنترل قندخون، نیاز پیدا می شود. فروکتوزآمین سرم یکی دیگر از شاخصهای کنترل دیابت است که تحت عنوان کنترل میان مدت مطرح است و نمایانگر مقدار متوسط قند خون ۳-۱ هفته گذشته فرد می باشد [۲].

واژه فروکتوزآمین اولین بار توسط «کوت شالک»^(۱) در سال ۱۹۵۲ بکار گرفته شد [۳]. بطور کلی فروکتوزآمین اصطلاحی است که بجای پروتئین گلیکوزیله شده بکار میرود و محصول واکنش غیرآنزیمی از یک قند (معمولاً گلوکز) و یک پروتئین می باشد. از آنجاییکه نیمه عمر پروتئینهای سرم بطور متوسط ۳-۱ هفته است لذا فروکتوزآمین سرم بیانگر متوسط قند خون ۳-۱ هفته گذشته در فرد می باشد [۴]. فروکتوزآمین سرم می تواند معیار قابل قبولی در ارتباط با متوسط سطح گلوکز خون باشد زیرا تغییرات پایداری را منعکس خواهد نمود و خیلی سریعتر از هموگلوبین تحت تأثیر نوسانات قند خون قرار گرفته است و به آن پاسخ می دهد. بنابراین محققان پیشنهاد نمودند که نتایج حاصل از ارزیابی فروکتوزآمین سرم به عنوان مکمل اطلاعات حاصل از HbA_{1c} جهت بررسی وضعیت متابولیک فرد بکار رود [۵، ۶، ۷، ۸، ۹]. در سال ۱۹۸۹ محققین نموداری ارائه نمودند (شکل ۱) که توسط آن با استفاده از HbA_{1c} امکان تخمین مستقیم، متوسط قند خون ۳-۱ ماهه قبل فراهم گردید [۱۰]. اما تا کنون این تخمین با اندازه گیری فروکتوزآمین سرم امکان پذیر نبوده است. در مطالعه حاضر با اندازه گیری قند خون ناشتا، فروکتوزآمین سرم و پروتئین توتام در بیماران و افراد سالم نموداری مشابه

مقدمه

دیابت قندی در ایران بعد از اختلالات تیروئیدی به عنوان شایعترین بیماری متابولیک می باشد. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی بیماران دیابتی ۸ درصد بودجه بهداشتی کشورهای توسعه یافته را به خود اختصاص می دهند. بالا بودن قندخون در طولانی مدت حداقل یکی از مهمترین علل بروز عوارض و مشکلات فراوان بیماری برای فرد و جامعه می باشد. این در حالی است که با کنترل مناسب قند خون می توان خطر ابتلا به بیماریهای چشمی را تا یک چهارم و خطر آسیب های زودرس کلیوی را تا یک سوم کاهش داد [۱]. در این بیماری به دلیل ناشناخته بودن و تعدد عوامل ایجادکننده، اهداف درمانی بیشتر متوجه از بین بردن علائم بیماری و کنترل قندخون جهت جلوگیری از بروز یا به تاخیر انداختن عوارض می باشد. بنابراین برنامه های کنترل بیماران از اهمیت خاصی برخوردار می گردد. اندازه گیری قند خون ناشتا از متداول ترین شاخصهای ارزیابی دیابت (و اختصاصی ترین شاخص تشخیص بیماری) می باشد. ولی به دلیل تغییرات وسیعی که در هنگام اندازه گیری دارد به تنهایی اطلاعات کاملی از کنترل قند در اختیار نمی گذارد. از هموگلوبین گلیکوزیله در حال حاضر به عنوان یک روش گسترده در بررسی کنترل طولانی مدت قندخون در افراد دیابتی استفاده می کنند و این شاخص به عنوان یک شاخص کنترل قند، سطح گلوکز ۳-۱ ماه قبل را بخوبی و بدون اینکه تحت تأثیر تغییرات سریع مقدار گلوکز قرار گیرد ارزیابی می کند. از آنجایی که نیمه عمر بالای گلبولهای قرمز (۹۰-۶۰ روز)، فواصل

در ۵۳۰ نانومتر در فاصله ۱۰ تا ۱۵ دقیقه اندازه گیری می شود. تغییرات pH بافر در اندازه گیری فروکتوز آمین حائز اهمیت است. pH مرجع برای آزمایش NBT برابر ۱۰/۳۵ می باشد [۲]. افزایش یا کاهش آن در مقدار فروکتوز آمین مؤثر بوده است و گلوکز که خود خاصیت احیاء کننده دارد، در pH بالاتر از ۱۱ می تواند NBT را احیاء کند و در pH کمتر از ۱۱ قادر به انجام در FRA این عمل نیست. بنابراین برخلاف اندازه گیری HbA_{1c} در اندازه گیری FRA نیازی به جدا نمودن گلوکز از نمونه سرم بیمار وجود ندارد. از آنجایی که درجه حرارت و زمان در فعالیت فروکتوز آمین مؤثر می باشد، رعایت انکوباسیون ۱۰ دقیقه در نتایج حاصله تأثیر بسزایی خواهد داشت [۳]. در این مطالعه با اضافه کردن اتوبلانک بطور مؤثری اشتباهات ناشی از کدورت سرمهای لیبیدی و رنگ سرم و غلظت آن که در جذب نوری مؤثر می باشد، بر طرف گردید. همچنین با اضافه کردن آنزیم یوریکاز به میزان ۴ واحد در میلی لیتر می توان از مداخله اسیداوریک بالا کاملاً جلوگیری نمود. و با اضافه نمودن مخلوطی از دترژانهای آنیونی^(۸) و غیر آنیونی^(۹) می توان به سرعت سرمهای لیبیدی را شفاف نمود حتی اگر به شدت لیبیدی باشد [۱۴]. از آنجایی که همولیز افزوده شدن گلوکاتایون گلبولهای قرمز به سرم و همچنین هموگلوبین گلیکوزیله به داخل سرم می شود، با حذف خونهای همولیز

ارزشترین روشهای جاری در اندازه گیری فروکتوز آمین می باشد، داده است. در مطالعه حاضر فروکتوز آمین سرم (FRA)^(۳) به روش پیشنهادی جانسون و همکاران با استفاده از کیت اندازه گیری فروکتوز آمین ساخت سوئیس (شرکت Roche) و اتوانالایزر (مدل Kone) اندازه گیری گردید [۱۴]. اساس این روش روی قدرت احیاء کننده فروکتوز آمین در محیط قلیایی استوار است. باز آرایشی خود بخودی که تولید فروکتوز آمین می کند دارای فعالیت احیاء کننده می باشد که با احیاء کنندگان دیگر مثل گلوکز یا گلوکز پیل آمین که ناشی از یک باز شیف ناپایدار است، متفاوت می باشد [۳]. در این واکنش رادیکال سوپراکسید (O₂⁻) از احیاء مولکول اکسیژن توسط یک الکترون منفرد حاصل از اتولیز شدن کتو آمین به «انه مینول»^(۵) تولید می شود که هم خاصیت احیاء کننده و هم خاصیت اکسید کننده دارد و چون محیط آزمایش قلیایی است، رادیکال سوپراکسید در این محیط دارای فعالیت احیاء کننده می باشد. این رادیکال نیمه عمر کوتاهی دارد، اما توانایی احیاء کننده آن را با یک معرف مناسب مثل NBT در غیاب سوپراکسید دیسموتاز SOD^(۶) می توان نشان داد. گرچه غلظت سوپراکسید دیسموتاز در سرم خیلی پایین است ولی این آنزیم در اختلال کارکرد کلیه ها تجمع پیدا کرده است و می تواند در مهار آزمایش فروکتوز آمین دخالت کند که با اضافه کردن ۱/۰ میلی لیتر از دترژانهای کاتیونی مثل «ستیل تری متیل آمونیوم» یا CTMA^(۷) از هر گونه تداخل در آزمایش جلوگیری به عمل می آید [۳]. در این روش سرم مورد آزمایش به کربنات بافری که محتوی NBT است اضافه می شود، که متعاقباً NBT را احیاء می کند و جذب نوری آن

دیابت نوع I (IDDM)^(۱) ۶۵ نفر مبتلا به دیابت نوع II (NIDDM)^(۲) بوده اند. از این تعداد ۳۱ نفر (۳۷/۵٪) مرد و ۵۹ نفر (۶۲/۵٪) زن بودند.

گروه شاهد را نیز ۵۳ نفر (۵۳٪) زن و ۴۷ نفر (۴۷٪) مرد تشکیل می دادند. تمامی این افراد از نظر سن و جنس با یکدیگر همخوانی داشتند. به طوریکه میانگین سنی در گروه بیماران ۴۱/۲ سال و در گروه افراد طبیعی ۴۰ سال بود و تفاوت معنی داری بین میانگین سنی این دو گروه مشاهده نگردید. از بیماران فوق که به روشهای مختلف تحت درمان بوده اند (انسولین، قرص یا هر دو)، سه نوبت نمونه گیری در فواصل دو هفته به عمل آمده سپس مؤثر بودن تغییر درمان در بیماران با انجام متوالی بیش از یک هزار آزمون بررسی گردید آزمایشات قند خون ناشتا به روش گلوکز اکسیداز، هموگلوبین گلیکوزیله به روش اسید تیوباربیتوریک و پروتئین تام به روش کالریمتری پس از نمونه گیری انجام گردید. جهت اندازه گیری فروکتوز آمین سرم، نمونه سرم تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند [۱۱، ۱۲، ۱۳].

به طور کلی حداقل پنج روش برای اندازه گیری فروکتوز آمین سرم وجود دارد که عبارتند از: روش فنیل هیدرازین، روش فوروزین، روش افینیتی کروماتوگرافی، روش کالریمتری اسید تیوباربیتوریک و روش نیتروبلوتترازولیموم (NBT)^(۳). در آزمایشگاههای بالینی روش فنیل هیدرازین به دلیل نیاز به تخلیص آلبومین گلیکوزیله و روش فوروزین به دلیل هیدرولیز ۱۸ ساعته توسعه چندانی پیدا نکرده اند. روشهای کروماتوگرافی و اسید تیوباربیتوریک نیز امروزه جای خود را به روش پیشنهادی جانسون یعنی NBT که معتبرترین و با

۱- IDDM: Insulin Dependent Diabetes Mellitus

۲- NIDDM: Non IDDM

۳- NBT: Nitro Blue Tetrazolium

۴- FRA: Fructosamin

۵- Eneminol

۶- SOD: Superoxide Dismutase

۷- CTMA: Cetyl Trimethyl Amonium

۸- Anionic detergent

۹- Nonanionic detergent



جدول شماره (۱): مقادیر ضریب همبستگی و مقدار P در شاخصهای اندازه گیری شده بیماران با کنترل خوب قند خون در سه نوبت

شاخص	مقدار P	ضریب همبستگی (r)
FRA ^۱ -FBS ^۲ (۱)	۰/۰۰۰۱	۰/۸۰۱۲
FRA ^۱ -HbA ^۱ -۱	۰/۰۰۰۱	۰/۷۰۷۷
FAR ^۲ -FBS ^۲	۰/۰۰۰۱	۰/۵۲۷۰
FRA ^۳ -FBS ^۳	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۳۷
FRA ^۳ -HbA ^۱ -۳ (۳)	۰/۰۰۰۲	۰/۴۶۸۲

۱- FRA: Fructosamin و ۲- FBS: Fasting Blood Sugar ۳- HbA^۱: Hemoglobin A1

تا حدود زیادی از خطای آزمایش در این مطالعه کاسته شد. در مطالعه حاضر همچنین به دلیل اینکه تغییرات غلظت پروتئینهای سرم و تغییر در سوخت و ساز^(۱) آنها در ارزیابی مقادیر فروکتوز آمین سرم تأثیر مستقیم دارد در کلیه بیماران توتام پروتئین سرم نیز اندازه گیری گردید. تا در بر صورت وجود هیپوپروتئینمی FRA اساس پروتئین توتام اندازه گیری شده مطابق با فرمول ذیل تصحیح گردد:

= فروکتوز آمین (correlated)

$$\frac{۷۲ \times \text{فروکتوز آمین اندازه گیری شده } (\mu\text{mol/L})}{\text{پروتئین تام اندازه گیری شده } (\text{g/L})}$$

بنابراین داشتن اطلاعات کافی در مورد این آزمون و بکارگیری آنها می تواند کمک ارزنده ای در کاهش خطاهای آن بنماید [۱۵]. مداخله گره های ذکر شده احتمالاً مسؤول اخذ نتایج متناقض توسط برخی محققین تا قبل از مطالعه جانسون می باشند [۱۶]. برای انجام آزمایشها، نمونه ها را از فریزر خارج می نماییم تا در حرارت اتاق ذوب شوند و پس از کالیبره نمودن دستگاه به لحاظ کاهش هرچه بیشتر در خطاهای احتمالی و افزایش دقت، کلیه نمونه ها به صورت دوتایی^(۲) آزمایش شدند و در شروع آزمایشها و سپس به ازای هر ۱۰ آزمون از کنترل های طبیعی و بیمار استفاده شد و در پایان نتایج ثبت گردیدند [۱۶، ۱۷، ۱۸].

اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS^(۳) مورد پردازش قرار گرفت. برای مقایسه متغیرهای کمی آزمون برای مقایسه درون گروهی آزمون های t جفت^(۴) و ANOVA^(۵) بکار گرفته شد. و جهت تهیه مدل ریاضی از آزمون رگرسیون چندگانه استفاده گردیدند.

نتایج

و تغییرات دو شاخص با $P < ۰/۰۰۰۱$ مرتبط با یکدیگر است.

همچنین بین تغییرات فروکتوز آمین سرم با هموگلوبین A^۱ نوبت اول در کلیه بیماران همبستگی زیادی با ضریب همبستگی $r = ۰/۷۰۷۷$ مشاهده شد و تغییرات دو شاخص فوق نیز با $P < ۰/۰۰۰۱$ مرتبط با یکدیگر می باشد.

به همین ترتیب در هر دو گروه بیماران یعنی بیماران با کنترل مطلوب و بیماران با کنترل ضعیف در هر سه مرحله نمونه برداری ارتباط معنی داری بین شاخص های اندازه گیری شده، مشاهده گردید. تنها در بیماران با کنترل ضعیف قندخون، بین تغییرات فروکتوز آمین سرم نوبت سوم با تغییرات هموگلوبین A^۱ نوبت سوم ارتباط معنی داری مشاهده نگردید (جدولهای ۱ و ۲).

میانگین قند خون ناشتای اندازه گیری شده در گروهی که سطح گلیسمی در آنها کنترل گردید در نوبت اول نمونه برداری (شروع مطالعه) ۲۲۲ میلی گرم در دسی لیتر،

در نتیجه تغییر درمان، بر اساس معیارهای سازمان جهانی بهداشت [۱]، سطح گلیسمی در ۴۳ نفر (۴۷/۸٪) بطور مطلوب کنترل گردید. و در ۴۷ نفر (۵۲/۲٪) نیز به دلایل گوناگون مانند دقت کم در مصرف داروی تجویز شده، عدم رعایت رژیم درمانی تجویز شده، عدم پاسخ بیمار و سایر موارد، تغییر درمان مؤثر نبودند و قند خون بیمار کنترل نگردید.

بر اساس نتایج حاصل از اندازه گیری پروتئین تام در ۱/۷ درصد از بیماران مقدار پروتئین تام کمتر از حد طبیعی بود. در این دسته از بیماران میزان فروکتوز آمین سرم با استفاده از رابطه ذکر شده اصلاح گردید. در ۹۸/۳ درصد از بیماران نیز میزان پروتئین تام سرم طبیعی بود.

در بررسی همبستگی بین تغییرات شاخص های اندازه گیری شده در کنترل قند خون بیماران، با استفاده از آزمون همبستگی بین صفات، همبستگی بین فروکتوز آمین نوبت اول و قند خون ناشتای نوبت اول کلیه بیماران بررسی گردید و مشخص شد، بین تغییرات دو شاخص فوق همبستگی زیاد با ضریب همبستگی $r = ۰/۸۰۱۲$ وجود داشته

۱-Turn over ۲- Duplicate
۳- SPSS: Statistical Package for Social Science
۴- Paired Student t-test
۵- ANOVA: Analysis of Viances



بحث

پس از آنکه محققین در دهه ۷۰ با روشهای پیچیده اقدام به اندازه‌گیری فروکتوزآمین سرم نمودند، سرانجام «جانسون»^(۱) و همکاران در سال ۱۹۸۲ روشی دقیق برپایه رنگ سنجی ارایه نمودند که مبنای بسیاری از مطالعات بعدی گردید [۱۴]. تحقیقات انجام شده توسط بسیاری از محققین از جمله «بیکر»^(۲) و همکاران در سال ۱۹۸۳ «اسمیت»^(۳) و همکاران در سال ۱۹۸۳، «اروین»^(۴) و همکاران در سال ۱۹۹۰ «مک لود»^(۵) و همکاران در سال ۱۹۹۱ و «فیلیپ»^(۶) و همکاران در سال ۱۹۹۱ و ... نشان می‌دهد که متوسط گلوکز خون ارتباط خیلی خوبی را با فروکتوزآمین سرم دارا می‌باشد.

نتایج حاصله مطابق با نتایج تعداد زیادی از محققین (از جمله هنریش^(۷)، وان‌ورث^(۸)، وبرگ^(۹)، بیکر و...) می‌باشد. لازم به ذکر است تعداد اندکی از محققین نیز چنین ارتباطی را مشاهده نکرده‌اند [۹، ۱۲، ۱۸، ۱۹].

برای کسب اطلاعات بیشتر از وضعیت متابولیک فرد هنریش^(۱۰) و همکاران با استفاده از دو شاخص HbA_{1c} و فروکتوزآمین نسبت گلیسمیک را برای ارزیابی سریع وضعیت گلیسمیک در بیماران اورژانس با پیشینه متابولیک نامعلوم ارایه نمودند. این نسبت عبارت است از

$$\frac{2/2 \times \text{فروکتوزآمین} (\mu\text{mol/l})}{\text{نسبت گلیسمیک}} = \text{HbA}_{1c}$$

- | | |
|------------------|--------------|
| ۱. Johnson | ۲. Baker |
| ۳. Smith | ۴. Erwin |
| ۵. Mcload | ۶. Philippe |
| ۷. Henrich, 1989 | ۸. Wanversh |
| ۹. Verberg, 1991 | ۱۰. Henrichs |

جدول شماره (۲): مقادیر ضریب همبستگی و مقدار P در شاخصهای اندازه‌گیری شده بیماران با کنترل ضعیف قند خون در سه نوبت

شاخص	مقدار P	ضریب همبستگی (r)
FRA ₁ -FBS ₁ ^(۱)	۰/۰۰۰۱	۰/۸۲۲۴
FRA ₁ -HBA ₁ ^(۱)	۰/۰۰۰۱	۰/۶۸۸۴
FRAY-FBS ₂	۰/۰۰۰۱	۰/۴۵۱۲
FRAY-FBS ₃	۰/۰۰۰۱	۰/۶۵۴۶
FRAY-FBS ₃ -HbA _{1c} ^(۳)	۰/۰۶۹	۰/۳۷۴۵

۱- FRA: Fructosamin و ۲- FBS: Fasting Blood Sugar و ۳- HbA_{1c}: Homoglobin A1

مقادیر فروکتوز آمین سرم اندازه‌گیری شده در این گروه نیز، به ترتیب میانگینی برابر ۴۰۳ میکرومول در لیتر در نوبت اول، ۳۹۲ میکرومول در لیتر در نوبت دوم و ۳۶۵ میکرومول در لیتر در نوبت سوم داشتند. کاهش مقادیر FRA₁ و FRA₃ نیز با کاربرد آزمون t جفت با $P < ۰/۰۴۸$ معنی‌دار است. برای تعیین ارتباط ریاضی بین FBS و FRA با بهره‌گیری از روشهای مختلف آماری نحوه تغییرات FRA در نوبتهای اول تا سوم با تغییرات FBS، و شاخص‌های سن، جنس و نوع دیابت بررسی گردید. نتایج حاصل از آزمون رگرسیون چند گانه نشان داد شاخص‌های سن، جنس و نوع دیابت تأثیری در ارتباط فروکتوزآمین با FBS نداشته لذا شاخص‌های مزبور از مدل حذف شدند. از بین سایر شاخص‌ها بهترین ارتباط بین FRA₃-FBS₁ و FRA₂-FBS₁ مشاهده گردید و معادلات خط رگرسیون به همراه ضریب همبستگی در آنها بصورت ذیل تعیین گردید:

$$FBS_1 = -۱۴۵/۱ + ۱/۰۶۵ \times FRA_2 \quad (r = ۰/۶۵)$$

$$FBS_1 = -۱۳۱/۱ + ۱/۰۲۲ \times FRA_3 \quad (r = ۰/۴۳)$$

سپس با توجه به بالاتر بودن ضریب همبستگی در معادله اول، حدود اطمینان این خط تعیین گردید که معادل $FBS \pm ۱۰$ میلی‌گرم در دسی لیتر می‌باشد.

در نوبت دوم ۱۶۴ میلی‌گرم در دسی لیتر و در نوبت سوم ۱۱۰ میلی‌گرم در دسی لیتر بود (جدول ۳). کاهش سطح گلیسمی و رسیدن آن به محدوده طبیعی در این گروه، نشاندهنده مؤثر بودن اقدامات درمانی در کنترل قند خون بیماران است. با استفاده از آزمون t جفت این کاهش با $P < ۰/۰۰۰۱$ کاملاً معنی‌داری می‌باشد.

در این گروه همچنین میانگین مقادیر فروکتوز آمین سرم در نوبت اول نمونه‌برداری ۳۹۲ میکرومول در لیتر، در نوبت دوم نمونه‌برداری ۳۴۱ میکرومول در لیتر و در نوبت سوم ۲۹۰ میکرومول در لیتر تعیین گردید. این کاهش، بیانگر موفقیت اقدامات درمانی در کنترل قند خون بیماران می‌باشد. که با استفاده از آزمون t جفت با $P < ۰/۰۰۰۱$ کاملاً معنی‌دار می‌باشد.

میانگین سطح قندخون ناشتای اندازه‌گیری شده در گروهی که سطح گلیسمی در آنها کنترل نگردید، به ترتیب برابر با ۲۳۸ میلی‌گرم در دسی لیتر در نوبت اول نمونه‌برداری، ۲۱۵ میلی‌گرم در دسی لیتر در نوبت دوم نمونه‌برداری و ۱۹۸ میلی‌گرم در دسی لیتر در نوبت سوم نمونه‌برداری می‌باشد. این کاهش بین شاخص‌های FBS₁، FBS₃ با استفاده از آزمون t جفت با $P < ۰/۰۰۸$ کاملاً معنی‌دار بود.

۱۰ درصد تغییر در میزان فروکتوزآمین سرم با تغییر ۲۰ مقدار احتمالاً به دلیل وسعت جغرافیایی کشور در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود میلی گرم در دسی لیتر قند خون همراه است.

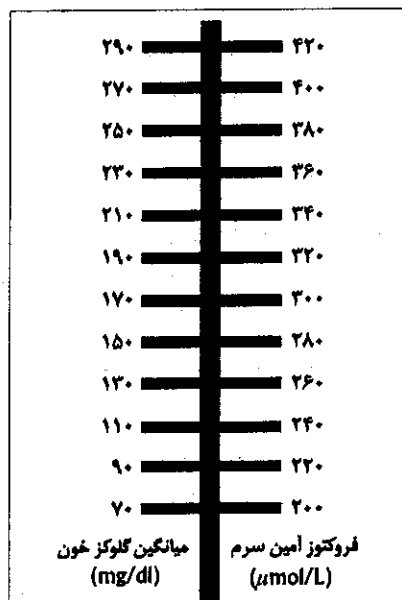
نتیجه حاصل از این مطالعه این امکان را به پزشک معالج می دهد که با در دست داشتن مقدار فروکتوزآمین سرم مقدار قند خون متوسط ۳-۱ هفته قبل را با اختلاف ۱۰ میلی گرم در دسی لیتر تخمین بزند که در درمان و پیگیری بیماران بسیار حائز اهمیت می باشد. از طرف دیگر از آنجایی که حدود طبیعی فروکتوزآمین سرم در هر منطقه متفاوت بوده و در بسیاری از مناطق دنیا از جمله کشور ما تاکنون محدوده مرجع برای FRA تعیین نشده است و از آنجایی که این جهت سهولت تفسیر نتایج حاصله از اندازه گیری فروکتوزآمین سرم که در حال حاضر در بیشتر مناطق دنیا عمدتاً به روش کالریمتری و بر اساس احیاء NBT (روش مورد استفاده در مطالعه حاضر) صورت می پذیرد، نمودار حاضر صرف نظر از تعیین محدوده مرجع با تبدیل مقادیر FRA به FBS کمک مؤثری به تفسیر نتایج حاصله خواهد نمود [۳]. با توجه به مرور وسیعی که بر مطالعات پیشین صورت گرفت، چنین نموداری تابحال در مورد فروکتوزآمین سرم گزارش نشده است و این مدل برای اولین بار ارائه می گردد.

جدول شماره (۳): توزیع میانگین شاخص های اندازه گیری شده در جامعه مورد مطالعه

بیماران	FRA ^۱	FRA ^۲	FRA ^۳	HbA ^۱ -۱	HbA ^۱ -۲	HbA ^۱ -۳	FBS ^۱	FBS ^۲	FBS ^۳
کنترل خوب	۲۶۵/۳	۳۴۱/۶۳	۳۹۱/۴۸	۱۱/۴۸	۱۱/۷۶	۱۱/۷۰۲	۱۶۴/۴۴	۲۲۲/۱۲	۲۲۲/۱۲
کنترل ضعیف	۳۶۵/۳۰	۳۹۲/۱۱	۴۰۳/۵۵	۱۲/۵۰	۱۲/۵۰	۱۲/۵۰	۲۱۵/۸۵	۲۳۸/۰۶	۲۳۸/۰۶

۱- FRA: Fructosamin ۲-FBS: Fasting Blood Sugar ۳- HbA^۱: Hemoglobin A1

حاضر از ارایه چنین نموداری جهت کمک به گرفت. با تعیین معادله خط رگرسیون بین فروکتوزآمین و قند خون دو هفته قبل بیمار الگوی نموداری ارتباط بین مقادیر فروکتوزآمین سرم با متوسط قند خون ۳-۱ هفته گذشته، به صورت شکل (۲) تهیه گردید. با توجه به شکل بطور متوسط هر



شکل شماره (۲): ارتباط بین فروکتوزآمین و متوسط قند خون بیمار

مقادیر بالاتر از ۱۰۰ نشاندهنده وضعیت متابولیک نامطلوب، نسبت ۱۰۰ نشاندهنده وضعیت پایدار و مقادیر زیر ۱۰۰ نشاندهنده کنترل مطلوب دیابت می باشد [۹]. در مطالعه جالبی که برای اولین بار توسط «دیوید گلدشتاین» و همکاران در سال ۱۹۸۹ روی بیماران دیابتی و افراد طبیعی صورت گرفت، ارتباط بین مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله (اندازه گیری شده به روش کروماتوگرافی با فشار بالا) و متوسط قند خون سه ماهه گذشته فرد تعیین شد و نتایج با استفاده از آنالیزهای متعدد آماری بصورت نموداری ارایه گردید [۱۰] (شکل ۱). با توجه به شکل (۱) به طور متوسط هر ۱ درصد تغییر در میزان هموگلوبین گلیکوزیله با تغییر ۳۰ میلی گرم در دسی لیتر قند خون همراه است [۱۰].

مهمترین کاربرد نمودار حاصله تخمین مستقیم و صحیح متوسط قند خون فرد در ۳-۱ ماهه گذشته میباشد، بعبارت دیگر با استفاده از نمودار فوق و با اندازه گیری مقدار هموگلوبین گلیکوزیله مستقیماً تخمین صحیح متوسط قند خون فرد در ۳-۱ ماهه گذشته امکان پذیر می گردد [۱۰]. در مطالعه

مراجع

1. WHO. Alexandria, Eegy, Manangement of Diabetes Mellitus Standard of Care and Clinical Practic Guidelienes. Geneva: WHO, 1994.
2. American Diabetes Association. Implications of the diabetes control and complication trial. Diabetes 1993;42: 1555-1558.
3. Armbruster DA. Fructosamine: structure analysis, and clinical usefulness. Clin, Chem 1987;(33)12: 2153-2163.
4. Lloyd D, Marples J. Simple colorimetry of glycated serum



- protein in a centrifugal analyzer. Clin Chem 1984;(30)10: 1688-1689.
5. Lapolla A, Fedele D, Aronica R. A new effective method for the evaluation of glycated intact plasma proteins in diabetic subjects. Diabetologica 1995;(38)9: 1076-1081.
 6. Baker J. Fructosamine test plus, a modified fructosamine assay evaluated. Clin Chem 1991;(37)4: 552-556.
 7. Schlecher ED, Vogt BW. Standardization of serum fructosamine assays. Clin Chem 1990;(36)1:136-139.
 8. Watts GF, Macload AF. Comparison of the realtime use of glycosylated hemoglobin and plasma fructosamine in the diabetic clinic. Diabetic Medicine 1991;(8):573-579.
 9. Henrichs A. Diagnosis of the diabetic metabolic situation using fructosamine and HbA1c determinations. the glycation ratio Glye-R, the glycation nomogram. Diabetes 1990;(80):62-66.
 10. Goldstien DE, Randie R. Mack E. Getting the most out of glycated hemoglobin determinations. American Association for Clinical Chemistry 1989;(7):10:7-16.
 11. Henrichs HR, Lehmaun P, Vorbeng E. An improved fructosamine assay for monitoring blood glucose control. Diabetic Medicine 1991; 8: 580-584.
 12. Baker J. Fructosamine measurment in diabetes mellitus. Diabetes 1994;1,1005-1009.
 13. Yecquellne E. Howey A, Margaret CK. Assay of fructosamine that minimize standardization and matrix problems; use to assess components of Biological. Clin Chem 1987;(33)2:269-272.
 14. Johuson RN, Metcalf PA, Baker JR. Fructosamine: A new approach to the estimation of serum glycosylprotein. An index of diabetic control. Clinica Chemica Acta 1982; 127: 87-95.
 15. Mose A. Fructosamine and protein concentration in serum. Clin Chem 1987;(33)12: 2326-2328.
 16. Denis R, Daun P. Laboratory assessment of a commerical kit for measuring fructosamine in serum. Clin Chem 1987;(33)1: 158-161.
 17. Van weresh J, weterhuis LW. HbA1c and serum fructosamine in diabetic patients. Clinlc Acta 1991; 201 : 99-104.
 18. Baker JR. Use of protein - Based standards in automated colorimetric determinations of fructosamine in serum. Clin Chem 1985;(31)9: 1550-1554.
 19. Baker JR. Clinical usefulness of estimation of serum fructosamine concentration as screening test for diabetes mellitus. British Med J 1983; 287/24: 863-867. ■

