

ورزش در بیماران دیابتی نوع ۱

دکتر محمد حسینی*، دانشجوی فوق لیسانس پزشکی ورزشی، محقق مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر علی ربانی، فوق تخصص غدد کودکان، استاد گروه کودکان دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر آریا ستوده، فوق تخصص غدد کودکان، استادیار گروه کودکان دانشگاه علوم پزشکی تهران

خلاصه

داشتن فعالیت بدنی مناسب در کودکان و نوجوانان از جنبه‌های مختلف جسمی، روانی و اجتماعی دارای اهمیت است. کودکان و نوجوانان دیابتی نیز از این قاعده مستثنی نیستند ولی آشنایی کم با شیوه درست تنظیم برنامه غذایی و دارویی آنان متناسب با نوع و شدت ورزش و نیز ترس از بروز عوارضی چون افت قند خون سبب محدودیت شرکت آنها در فعالیتهای ورزشی و در نتیجه محروم شدن آنان از فواید ورزش می‌شود. توجه به زمان‌هایی که انسولین مصرفی، بسته به نوع آن، در بدن در اوج اثرگذاری است و پرهیز از فعالیت شدید در این مواقع، شیوه مناسب تزریق در ورزشکاران و تنظیم مقدار انسولین تزریقی و کربوهیدرات اضافی به نسبت شدت و طول مدت فعالیت در کم کردن این عوارض مؤثر است. در ضمن آموزش بیماران و مربیان ورزشی در شناخت علائم هیپوگلیسمی و شیوه برخورد با آن لازم است. بیمارانی که وضع متابولیکی ناپایدار دارند (قند خون کنترل نشده و کتونوری) باید تا پایدار شدن وضعیت متابولیک از انجام فعالیت ورزشی پرهیز کنند. در شروع یک برنامه جدید ورزشی بهتر است که قند خون ۳ تا ۴ بار در شبانه‌روز اندازه‌گیری شود تا نیازهای شرایط تازه ارزیابی و برآورده شود. بیمار دیابتی که زندگی غیر فعال داشته، پیش از شروع ورزش باید مورد ارزیابی پزشکی قرار بگیرد. بیماران دیابتی که دچار عوارض دیابت نشده‌اند می‌توانند در تمام سطوح ورزشی از تفریحی گرفته تا رقابت‌های حرفه‌ای شرکت کنند. ورزش‌های هوازی از ورزش‌های توصیه‌شده به بیماران دیابتی است.

نتیجه‌گیری: با انجام آموزش‌های لازم به بیماران دیابتی و مربیان ورزشی آنها و انجام ارزیابی‌ها و نظارت‌های لازم، ورزش می‌تواند به‌عنوان تجربه‌ای با ارزش و ایمن برای کودکان و نوجوانان دیابتی مطرح باشد.

*مسئول مقاله، آدرس:

تهران، بزرگراه جلال آل احمد،

مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی

E-mail:

hassabi@razi.tums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۴/۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۸۴/۸/۴

واژه‌های کلیدی: دیابت، ورزش، هیپوگلیسمی، قند خون، فعالیت فیزیکی

مقدمه

اختلال متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین می‌شود. این نوع دیابت که دیابت وابسته به انسولین نیز نامیده می‌شود بیشتر در بین سنین ۷ تا ۱۵ سال آغاز می‌شود هرچند که امکان ایجاد آن در هر سنی وجود دارد. هنوز هیچ عامل پیشگیری کننده از دیابت نوع ۱ شناخته نشده است [۱].

بروز سالانه دیابت نوع ۱ را در ایران ۳/۷ مورد در هر صد هزار نفر برآورد کرده‌اند. این رقم در سراسر جهان از ۱ تا ۳۵ مورد در هر صد هزار نفر جمعیت زیر ۱۴ سال متغیر است. بروز دیابت نوع ۱ را در دنیا رو به افزایش می‌دانند [۳].

در مورد جایگاه ورزش در زندگی بیماران دیابتی نوع ۱ اتفاق نظر بیشتری وجود دارد در صورتی که اثرات ورزش در دیابت نوع ۱ کمتر روشن شده است. وجود این ابهامات از یک طرف و از طرف دیگر آشنایی کم با چگونگی تجویز ورزش به این بیماران، باعث می‌شود تا بهره کودکان دیابتی از مزایای شرکت در فعالیتهای ورزشی محدود شود. مطالعات اخیر

دارا بودن فعالیت فیزیکی مناسب در کودکان از جنبه‌های مختلف اهمیت دارد. علاوه بر ارتقاء سلامت جسمانی و روانی کودکان در حال حاضر و در آینده، داشتن یک فعالیت فیزیکی برنامه‌ریزی شده (ورزش) سبب رشد و شکوفایی استعدادها و نهفته کودکان می‌شود. لذا برنامه‌ریزی مناسب برای شرکت کودکان و نوجوانان در فعالیتهای ورزشی اهمیت ویژه‌ای دارد که این موضوع هم شامل کودکان سالم و هم بیمار می‌شود و هیچ کودک و نوجوانی را نباید به صرف داشتن بیماری از شرکت در فعالیت ورزشی منع نمود بلکه باید برنامه ورزشی متناسب با بیماری وی تنظیم گردد [۱].

یکی از بیماری‌های مزمن دوران کودکان دیابت است. دیابت نوع ۱ در نتیجه کمبود ترشح انسولین در اثر تخریب خودایمنی سلول‌های بتا پانکراس ایجاد می‌شود. در این بیماران کمبود ترشح و یا کاهش عملکرد انسولین منجر به

کبدی و جذب روده‌ای تولید می‌شود و به دنبال آن تری-گلیسرید عضلانی و اسیدهای چرب در گردش آزاد شده از بافت‌های چربی وارد عمل می‌شوند[۵].

انسولین و گلوکاگون تنظیم کننده‌های اصلی تولید گلوکز کبدی در طی فعالیت بدنی با شدت متوسط هستند. در طی فعالیت بدنی سطح انسولین پلاسما پایین و میزان گلوکاگون افزایش می‌یابد که این امر باعث فعال شدن فرآیند گلیکوژنولیز می‌شود[۵]. در عین حال نسبت گلوکاگون به انسولین بهتر از سطح انسولین یا گلوکاگون به تنهایی با میزان تولید گلوکز کبدی تطابق دارد. چنین به نظر می‌رسد که کاهش انسولین حساسیت کبد به عمل گلوکاگون را افزایش می‌دهد و بدون وجود گلوکاگون کاهش انسولین به تنهایی گلیکوژنولیز کبدی را تحریک نمی‌کند[۵].

مشکلات تنظیم قند خون در مبتلایان دیابت نوع ۱ که فعالیت بدنی دارند را می‌توان با عدم توازن سطح انسولین و گلوکز پلاسما توضیح داد. اغلب اوقات سطح پلاسمایی انسولین ناشی از تزریق انسولین، در زمان ورزش یک بیمار دیابتی در مقایسه با سطح انسولین یک فرد غیر دیابتی در همان وضعیت بسیار بالاتر است. در این وضعیت منبع تأمین کربوهیدرات هم غالباً بسیار محدود است چرا که از عمل گلیکوژنولیز کبدی توسط سطح بالای انسولین جلوگیری می‌شود (شکل ۱).

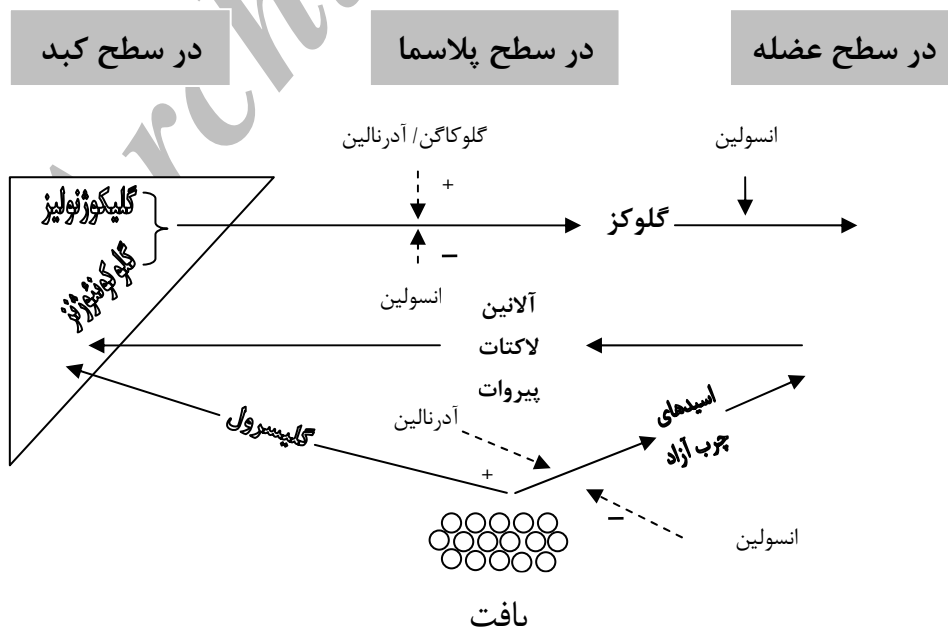
در زمان انجام ورزش شدید با مدت زمان طولانی، آدرنالین با تسهیل حرکت پیش‌سازهای گلوکونئوزن تولید

نشان می‌دهند که امکان شرکت کردن مبتلایان به دیابت نوع ۱ بدون عارضه که کنترل متابولیکی مناسبی دارند، در تمام سطوح ورزشی از تفریحی گرفته تا حرفه‌ای وجود دارد[۴، ۵]. هدف تیم پزشکی در این موارد فراهم آوردن شرایطی است تا کودکان و نوجوانان دیابتی بتوانند بدون وجود تبعیض در مدرسه یا تیم ورزشی، به انجام ورزش دلخواه خود بپردازند[۵]. هر چند زمینه بروز دیابت نوع دو در دوران کودکی و نوجوانی شکل می‌گیرد ولی با توجه به شیوع بالاتر دیابت نوع ۱ در دوران کودکی این مقاله به نقش ورزش در سلامت این بیماران و ارائه برنامه ورزشی مناسب برای آنها و همچنین احتیاطات لازم در این زمینه می‌پردازد.

اثرات فیزیولوژیک ورزش در دیابت

بیماری دیابت با کمبود انسولین و یا ناتوانی بدن در کاربرد آن ایجاد می‌شود[۱]. برخلاف دیابت نوع دو در دیابت نوع ۱ ورزش تاثیر چندانی در درمان بیماران ندارد و انجام دادن ورزش به شکل منظم در افراد مبتلا لزوماً به کنترل بهتر قند خون آنها نخواهد انجامید. ولی فواید ورزش در این افراد به ارتقاء سلامت قلبی-عروقی و افزایش اعتماد به نفس آنها برمی‌گردد. علاوه بر این داشتن وزن مناسب، کنترل فشارخون، کاهش چربی‌های خون و کاهش میزان انسولین مورد نیاز از فواید دیگر ورزش در دیابت نوع ۱ است.

در طی ۲۰ تا ۳۰ دقیقه اول فعالیت بدنی، گلیکوژن عضلانی منبع اصلی تامین انرژی است[۶]. بعد از آن گلوکز موجود در خون، که طی فرآیندهای گلوکونئوزن و گلیکوژنولیز



شکل ۱- تغییرات منابع عمده انرژی در زمان ورزش برای حفظ سطح گلوکز خون. در ورزشکار غیر دیابتی انسولین پلاسما کاهش و آدرنالین و گلوکاگون افزایش می‌یابند[۱].

انسولین روبه‌رو هستیم. از لحاظ تئوری، در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱، ورزش می‌تواند با افزایش پاسخ بدن به انسولین باعث کاهش دوز مورد نیاز تزریقات انسولین شود ولی نتایج تحقیقاتی که در این بیماران انجام شده است چنین نشان می‌دهد که هرچند تمرینات استقامتی (که عموماً در شدت هوای انجام می‌شوند) می‌توانند پاسخ بافتی به انسولین را افزایش دهند ولی تأثیر چندانی بر سطح هموگلوبین گلیکوزیله و نیاز به انسولین نمی‌گذارند. به عبارت دیگر ورزش کردن منظم افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ لزوماً به کنترل بهتر گلوکز پلاسمایی آنها نخواهد انجامید ولی به هر حال آنان را باید برای رسیدن به سایر منافع جسمی و روانی به ورزش کردن تشویق کرد [۶، ۱۳].

تأثیر ورزش در جذب انسولین

عوامل متعددی باعث افزایش سرعت جذب انسولین می‌شوند. افزایش جریان خون محل تزریق در اثر ورزش یا افزایش حرارت محیطی از این جمله است. انجام ماساژ موضع تزریق نیز باعث افزایش جریان خون موضعی و افزایش جذب انسولین می‌شود [۵]. تفاوت‌های قابل ملاحظه درون فردی (Intra-Individual) در میزان جذب انسولین وجود دارد بطوری‌که میزان جذب انسولین در یک فرد از یک موضع تزریق خاص در روزهای مختلف می‌تواند تا پانزده درصد تفاوت نشان دهد [۱۴].

در حال عادی جذب انسولین از محل‌های تزریق شکمی بسیار سریع‌تر از ران است ولی در صورت تزریق در اندام‌ها، هنگام ورزش فعالیت عضلانی اندامی که در آن تزریق انسولین صورت گرفته است سرعت جذب انسولین را افزایش می‌دهد [۱۵]. از طرف دیگر بسیاری عقیده دارند که تزریق انسولین در محلی که فعالیت کمتری دارد در پیشگیری از حملات هیپوگلیسمی در زمان انجام ورزش و بعد از آن کمک می‌کند [۵]. هرچند نظرات مخالف این عقیده نیز وجود دارد.

از آنجائی میزان جذب انسولین در محل‌های مختلف بدن متفاوت است عاقلانه است در هنگام ورزش تزریق انسولین را به نوع کوتاه اثر و تزریق در یک محل محدود کرد و اگر از شکم به عنوان محل معمول تزریق استفاده شود نگرانی در مورد سرعت جذب متفاوت در اندامی که در حال فعالیت است رفع می‌شود [۵].

تزریق داخل عضلانی انسولین می‌تواند مستقل از انجام ورزش باعث ایجاد هیپوگلیسمی شود. بدیهی است که اگر در هنگام ورزش نیز تزریقی عضلانی آن انجام شود این خطر افزایش می‌یابد. سوزن‌های کوتاه (۰/۸ میلی‌متر) به منظور کاهش خطر تزریق داخل عضلانی تولید شده‌اند. ولی به نظر

گلوکز کبدی را تحریک می‌کند. کاته‌کولامین‌ها مسئول تولید گلوکز اضافی در طی فعالیت‌های بسیار شدید و کوتاه مدت نیز هستند. فرآیند لیپولیز با افزایش کاته‌کولامین‌ها تحریک و با ترشح انسولین کند می‌شود. به نظر می‌آید که افزایش تحریک آلفا-آدرنرژیک از نورآدرنالین آزاد شده از اعصاب سمپاتیک قویترین محرک لیپولیز باشد [۱۵].

اثرات سودمند ورزش در دیابت

مستندات قابل توجهی وجود دارند که نشان می‌دهند فعالیت‌های هوای قادرند پاسخ‌دهی به انسولین را در افراد عادی و افراد با تحمل گلوکز مختل افزایش دهند [۶، ۷، ۸، ۹]. ورزش‌های هوای فعالیت‌هایی هستند که گروه بزرگی از عضلات را با شدت کم تا متوسط و به گونه‌ای مستمر در فاصله زمانی انجام آنها، به کار می‌گیرند. دوییدن آرام، دوچرخه‌سواری و شنا نمونه‌هایی از این گونه ورزش‌ها هستند. انجام فعالیت‌های هوای علاوه بر کمک به کنترل وزن در کم کردن فشار خون، بهبود پروفایل لیپوپروتئین و آمادگی قلبی عروقی و تنفسی مؤثر هستند [۴]. مطالعه‌ای مورد-شاهدی بر روی بیماران که مدت طولانی به دیابت نوع ۱ مبتلا بودند ولی آنژیوپاتی آشکار نداشتند، نشان داده است که چنین ورزش‌هایی می‌توانند عملکرد اندوتلیال عروقی را بهبود بخشند [۱۰]. از آنجایی که دیابت با افزایش خطر بیماری‌های عروق بزرگ همراه است ورزش می‌تواند با کم کردن عوامل خطر ساز شناخته‌شده در ایجاد آترواسکلروز، نقشی با ارزش ایفاء کند [۴].

مطالعات نشان داده است که مبتلایان به دیابت نوع ۱ ممکن است در سنین بلوغ دچار محدودیت حرکتی تحت بالینی زودرس در مفاصل محوری و بزرگ خود شوند. هرچند که اهمیت این مسئله و امکان پیشرفت آن در سنین بزرگسالی احتیاج به تحقیقات تکمیلی دارد [۱۱] ولی می‌توان تمرینات کششی مناسب همراه با گرم کردن را در پیشگیری از آن مؤثر دانست.

به‌غیر از فواید جسمی، اثرات روانی ورزش نیز برای کودکان دیابتی اهمیت دارد. امکان شرکت کردن بیماران در فعالیت‌های ورزشی در کنار همسالان خود باعث افزایش اعتماد به‌نفس آنها می‌شود و حضور در ورزش‌های دسته‌جمعی درگستر روابط مشترک، یادگیری کار گروهی، ایجاد انگیزه و شکل‌گیری شخصیت اجتماعی آنها مؤثر است [۱۲].

اثر ورزش برافزایش پاسخ‌دهی به انسولین باعث شده که ورزش منظم و مستمر به عنوان یکی از پایه‌های اصلی درمان دیابت نوع ۲ مطرح باشد چرا که در این بیماری مشکل کمبود انسولین کمتر مطرح است و بیشتر با کاهش پاسخ‌دهی به

به فرد دیابتی که زندگی غیر فعال داشته و تصمیم به شروع ورزش گرفته است باید توصیه کرد که ورزش را با کمترین شدت و مقدار آغاز کند و به تدریج در طی چند هفته تا چند ماه، مدت و شدت را زیاد کند. برای دوری جستن از نیاز به ایجاد تغییرات بزرگ در دوز انسولین و رژیم غذایی از روزی به روز دیگر، بهتر است که در صورت امکان برنامه ورزشی ورزشکار دیابتی دست کم چهار تا پنج روز از هفته را شامل شود [۱].

همانند افراد غیر دیابتی، در این افراد نیز شروع فعالیت ورزشی باید شامل دوره گرم کردن، تمرینات کششی و بعد از پایان ورزش، دوره سرد کردن باشد. برای گرم کردن پنج تا ده دقیقه فعالیت سبک هوازی (دو آرام، دوچرخه ثابت و...) جهت آماده سازی عضلات، قلب و سیستم تنفسی استفاده می شود. بعد از آن پنج الی ده دقیقه عضلات تحت کشش آرام قرار می گیرند و سپس به فعالیت ورزشی اصلی پرداخته می شود. بعد از پایان تمرین ورزشی به مدت پنج تا ده دقیقه فعالیت شبیه به دوره گرم کردن برای بازگرداندن تدریجی ضربان قلب به سطح قبل از ورزش انجام می شود [۴].

تنظیم مصرف کربوهیدرات اضافی و انسولین در ورزش

بسیاری از مبتلایان به دیابت نوع ۱ که قصد ورزش دارند در مورد لزوم تنظیم دوز انسولین قبل از شروع ورزش و افزایش خطر هیپوگلیسمی اطلاع دارند ولی که اغلب میزان مورد نیاز کاهش دوز انسولین را دست کم برآورد می کنند. علاوه بر این نیاز مصرف کربوهیدرات اضافی برای جبران انرژی مصرفی اضافه شده اغلب نادیده گرفته یا فراموش می شود و یا این که مقدار آن کم محاسبه می شود و این موضوع علت اصلی هیپوگلیسمی قابل پیشگیری است [۵، ۱۷].

دو عامل مهم در جهت تخمین مقدار کربوهیدرات اضافی مورد نیاز و تنظیم دوز انسولین، شدت و طول مدت فعالیت هستند. از آنجائی که شدت فعالیت همبستگی با ضربان قلب دارد (در صورت عدم وجود آریتمی قلبی یا نوروپاتی اتونوم) بنابراین می توان از ضربان قلب برای تعیین نظیم شدت ورزش استفاده کرد. یکی از روش های تعیین شدت ورزش این است که تعیین شود ضربان قلب حین فعالیت به چند درصد از ضربان بیشینه قلب رسیده است. شیوه ساده تعیین ضربان قلب بیشینه برای هر فرد غیر ورزشکار کم کردن سن وی بر حسب سال از عدد ۲۲۰ است. در صورتی که فرد ورزشکار باشد از فرمول $(\text{سن} \times 0.5) - 205$ میتوان استفاده کرد [۵]. شدت های مختلف فعالیت ورزشی با توجه به ضربان قلب بیشینه به صورت زیر تعریف می شوند:

می رسد افرادی که چربی زیر پوستی کمی دارند حتی اگر از این سوزن ها استفاده می کنند، بهتر است که هنگام تزریق پوست محل تزریق را جمع کنند [۵].

کارترین شیوه های درمان با انسولین (مانند پمپ انسولین یا تزریقات متعدد انسولین) نیز نمی توانند مانند پانکراس یک فرد سالم انسولین را تنظیم کنند. شایع ترین مشکل در درمان با انسولین در مقایسه با ترشح طبیعی آن، کمبود انسولین در دقایق اول پس از شروع غذا و مازاد آن ۳ تا ۴ ساعت بعد از صرف غذا است. با استفاده از پمپ یا تزریقات متعدد زیر جلدی انسولین های بسیار سریع الاثر Lispro می توان تا حدودی این مشکل را برطرف کرد [۵]. استفاده از پمپ انسولین در مقایسه با تزریق زیر جلدی تنظیم بهتری ایجاد می کند ولی در هنگام انجام بعضی از فعالیت های ورزشی مانند ورزش های آبی یا ورزش های پربرخورد باید پمپ جدا گردد [۱۱].

ارزیابی های قبل از شرکت بیمار در ورزش

قبل از افزایش الگوی فعالیتی بیمار دیابتی مجموعه ای از ارزیابی های دقیق پزشکی برای غربالگری وجود عوارض ماکرو و یا میکروواسکولار که ممکن است با ورزش تشدید شوند، مورد نیاز است. هنگام گرفتن شرح حال و انجام معاینات تمرکز بر نشانه ها و علائم بیماری های قلبی عروقی، چشمی، کلیوی و سیستم عصبی خواهد بود. در صورت پیدا کردن یافته ای می توان نسخه ورزشی را متناسب با فرد تغییر داد [۴]. بیماران دچار رتینوپاتی باید از انجام فعالیت هایی که باعث افزایش ناگهانی فشار داخل چشم می شوند مانند وزنه برداری پرهیز کنند. نوروپاتی محیطی در سنین کودکی و نوجوانی شایع نیست ولی نوروپاتی اتونوم ممکن است با تداخل در مکانیسم تعریق باعث عدم تحمل گرما شود یا با کند کردن روند افزایش برون ده قلبی به سنکوپ بیانجامد [۱۶].

نوع ورزش و شدت مناسب آن

معمولاً افراد جوانی که دچار عوارض دیابت نیستند و کنترل متابولیکی خوبی دارند می توانند با اطمینان در رشته ورزشی مورد علاقه خود، حتی در سطوح قهرمانی شرکت کنند [۴]. البته باید توجه داشت که برای رسیدن به حداکثر سود از نظر افزایش آمادگی جسمانی، ورزش کردن به صورت منظم و با شدت متوسط بیشترین نسبت سود به زیان را داراست و نیازی به شرکت در رقابت های شدید نیست [۵]. بهتر است که از ورزش های پرخطری مانند صخره نوردی، غواصی، سقوط آزاد و به طور کلی رشته های ورزشی که در صورت کاهش هوشیاری برای خود یا سایر افراد ایجاد خطر کند، پرهیز شود [۴، ۵].

خاصی از شبانه روز (شکل ۳). تخمین زدن زمان‌هایی که سطح انسولین بسته به نوع انسولین تزریقی در بدن بالاست یکی از تکالیف مهمی است که ورزشکار دیابتی یا والدین او باید بدانند (جدول ۳). ورزش کردن در این زمان‌ها به توجه خاص نیاز دارد. وقتی ورزش هنگامی صورت می‌گیرد که فعالیت زمینه‌ای انسولین بالاست نیاز بیشتری به کاهش دوز انسولین کوتاه اثر و افزایش مصرف مکمل کربوهیدراتی است تا زمانی که فعالیت زمینه‌ای انسولین کم است [۵].

در فعالیت‌های استقامتی طولانی مدت اغلب میزان نیاز به کربوهیدرات اضافی در هر ساعت به دو دلیل زیر کاهش می‌یابد: اول آنکه منبع سوختی عضلات بیشتر به سمت اسیدهای چرب آزاد متمایل می‌شود. و دیگر آنکه از دوره حداکثر تأثیر انسولین دور شده و خطر زیادی انسولین کاهش می‌یابد. میزان نسبی شرکت کربوهیدرات یا اسیدهای چرب آزاد در سوخت‌هوازی فعالیت‌های استقامتی، به آمادگی جسمانی ورزشکار بستگی دارد و هر چه میزان آن بالاتر باشد اسیدهای چرب زودتر و بیشتر مورد مصرف قرار می‌گیرند.

هیپوگلیسمی در ورزشکار دیابتی

اغلب دلیل ممانعت از شرکت کودکان دیابتی در فعالیت‌های ورزشی، ترس از ایجاد کوماهی هیپوگلیسمیک است [۵]. هیپوگلیسمی امکان دارد در طول انجام فعالیت یا به شکل دیررس، دوازده الی چهارده ساعت بعد از پایان فعالیت و حتی دیرتر رخ دهد. بیشترین خطر ایجاد هیپوگلیسمی شش الی چهارده ساعت بعد از ورزش است [۱]. در بیماران دیابتی وابسته به انسولین، برخلاف افراد غیر دیابتی که پس از مدت کوتاهی از شروع فعالیت سطح انسولین پایین می‌آید، میزان

• ورزش با شدت پایین: ضربان قلب زمان فعالیت کمتر از ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه باشد.

• ورزش با شدت متوسط: ضربان قلب زمان فعالیت بین ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه باشد.

• ورزش با شدت بالا: ضربان قلب زمان فعالیت بیشتر از ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه باشد.

فعالیت‌های مختلف ورزشی را از نظر مدت زمان می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

• فعالیت ورزشی کوتاه مدت: کمتر از ۲۰ دقیقه.

• فعالیت ورزشی میان مدت: بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه.

• فعالیت ورزشی بلند مدت: بیش از ۶۰ دقیقه.

با ترکیب حالات ذکر شده در مورد شدت و طول مدت فعالیت ۹ حالت می‌تواند اتفاق افتد که در جدول ۱ مشاهده می‌شود و با استفاده از آن می‌توان تخمینی از میزان مورد نیاز کاهش انسولین و مصرف کربوهیدرات اضافی به دست آورد. هر چند که گلوکز تنها قسمتی از انواع سوخت‌های تأمین کننده انرژی است ولی برای ساده شدن آموزش بیمار بهتر است که انرژی مصرف شده در طی فعالیت، با گلوکز یا میزان معادل آن کربوهیدراتی دیگر، در طول انجام و بعد از ورزش جایگزین شود. می‌توان با استفاده از جدول‌هایی که براساس نوع و شدت ورزش و نیز گروه وزنی ورزشکار بیان می‌شوند این تخمین را دقیق‌تر کرد (جدول ۲) [۵]. معمولاً در ورزش‌های کم شدت با مدت کمتر از یک ساعت یا ورزش‌های با شدت بیشتر با مدت زمان کمتر از ۲۰ دقیقه، نیازی به تغییر دوز انسولین نیست.

این‌که در چه زمانی از روز ورزش انجام می‌شود اهمیت دارد، نه تنها به خاطر نوسان سطح انسولین در طول روز، بلکه به علت پائین بودن نیاز بدن به انسولین در زمان‌های

جدول ۱- تخمین میزان کربوهیدرات اضافی مورد نیاز و کاهش دوز انسولین بر پایه شدت و مدت فعالیت [۵]

مدت شدت (در مقایسه با حداکثر ضربان قلب)	کاهش دوز انسولین	
	کمتر از ۲۰ دقیقه	بیشتر از ۶۰ دقیقه (کاهش به ازای هر ساعت)
کمتر از ۶۰٪ (پیاپی، شنای آرام)	کربوهیدرات اضافی لازم (گرم)	۰-۱۰
	کاهش انسولین همراه غذا (Regular)	۱۰-۲۰
۷۵٪-۶۰٪ (دو آرام، دو چرخه سواری)	کربوهیدرات اضافی لازم (گرم)	۱۰-۲۰
	کاهش انسولین همراه غذا (Regular)	۵-۱۰٪
بیشتر از ۷۵٪ (دو سریع، مسابقه شنا یا دو چرخه سواری)	کربوهیدرات اضافی لازم (گرم)	۰-۳۰
	کاهش انسولین همراه غذا (Regular)	۱۰-۲۰٪
	کربوهیدرات اضافی لازم (گرم)	۳۰-۱۰۰
	کاهش انسولین بازال (NPH)	۱۰-۲۰٪

جدول ۲- میزان مصرف کربوهیدرات در ساعات در برخی ورزش‌های رایج

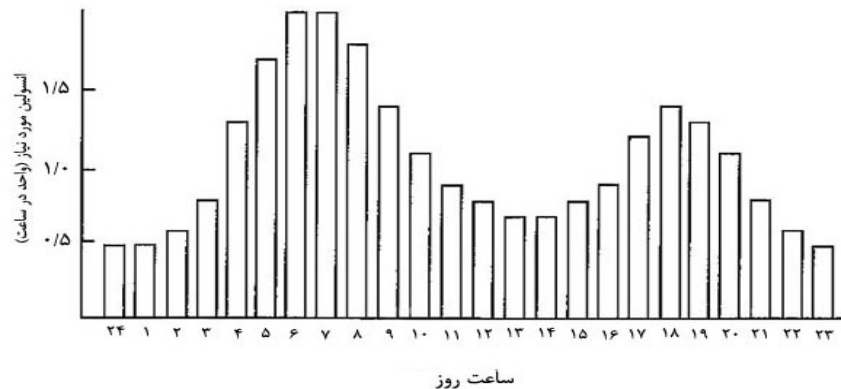
درصد تخمینی تامین کل انرژی از کربوهیدرات	کربوهیدرات مصرفی در هر ساعت بر اساس وزن (گرم)		نوع فعالیت
	۶۸ کیلوگرم	۴۵ کیلوگرم	
۵۰	۵۳	۳۵	بسکتبال متوسط
۶۰	۸۹	۵۹	شدید
۴۰	۲۷	۲۰	دوچرخه سواری ۶M/h
۶۰	۸۳	۶۰	۱۴M/h
۷۰	۱۶۸	۱۲۲	۲۰M/h
۶۰	۸۸	۵۹	هندبال
۶۰	۹۰	۶۰	کوهنوردی
۵۰	۶۸	۴۵	دویدن ۵M/h
۶۵	۱۴۵	۹۶	۸M/h
۷۰	۱۸۹	۱۲۶	۱۰M/h
۵۰	۶۷	۴۵	فوتبال
۵۰	۵۶	۴۱	شنای کراال آرام
۶۰	۹۵	۶۹	تند
۴۰	۳۴	۲۳	والیبال متوسط
۶۰	۸۸	۵۹	شدید
۳۰	۲۲	۱۵	پیاده‌روی ۳M/h
۴۵	۴۵	۳۰	۴/۵M/h
۴۰	۳۴	۲۵	اسکیت آرام
۶۰	۹۲	۶۷	تند

جدول ۳- دوره‌های فعالیت شدید محصولات مختلف انسولین [۲]

نوع انسولین	شروع اثر (ساعت)	حداکثر اثر (ساعت)	پایان دوره اثر (ساعت)	طول دوره اثر انسولین در تزریق زیر جلدی (ساعت)											
				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	
انسولین کوتاه اثر Lispro Regular انسانی حیوانی	۰/۲۵	۱-۰/۵	۳	[Bar chart for Lispro showing activity periods]											
	۱-۰/۵	۳-۲	۶-۳	[Bar chart for Lispro Regular showing activity periods]											
	۲-۰/۵	۴-۳	۶-۴	[Bar chart for Lispro Animal showing activity periods]											
انسولین NPH انسانی حیوانی	۴-۲	۱۰-۴	۱۶-۱۰	[Bar chart for NPH Human showing activity periods]											
	۶-۴	۱۴-۸	۲۰-۱۶	[Bar chart for NPH Animal showing activity periods]											
انسولین Ultrante انسانی حیوانی	۱۰-۶	۱۴-۱۰	۲۰-۱۸	[Bar chart for Ultrante Human showing activity periods]											
	۱۴-۸	۲۰-۱۶	۳۶-۲۴	[Bar chart for Ultrante Animal showing activity periods]											
مخلوط (۷۰٪ NPH و ۳۰٪ regular)	۰/۵	۱۲-۲	۲۴	[Bar chart for 70% NPH / 30% regular showing activity periods]											

یک فرد دیابتی وابسته به انسولین قصد دارد که در یک فعالیت بدنی شرکت کند باید مقدار انسولین مصرفی‌اش را به

انسولین هنگام فعالیت به‌طور عمده توسط مقدار و زمان آخرین تزریق تعیین می‌گردد. این بدان معنی است که وقتی



شکل ۳- تغییرات نیاز به انسولین در شبانه‌روز مستقل از وعده غذایی

بر خورد با هیپوگلیسمی

با وجود کنترل های بسیار عالی باز هم بعضی از ورزشکاران دچار هیپوگلیسمی می‌شوند. بنابراین لازم است که هر ورزشکار دیابتی و همین‌طور مربی و کادر بهداشتی سرویس دهنده او از نشانه های هشدار دهنده آگاه باشند [۱].

در صورتی که در طی انجام ورزش هیپوگلیسمی اتفاق بیفتد، درمان آن بسیار مشکل است [۵]. در بیشتر افراد وقتی که میزان گلوکز خون به ۴۵ تا ۶۰ میلی گرم در دسی لیتر می‌رسد علائم هیپوگلیسمی پدیدار می‌شود. علائم هیپوگلیسمی خفیف شامل سرگیجه، خستگی، احساس گرسنگی، احساس گیجی، سردرد است. وقتی ورزشکار علائم هیپوگلیسمی را احساس کرد یا مریض متوجه شروع علائم شد، باید از در دسترس ترین منبع قندی خوراکی استفاده کند (مانند آب میوه، آب نبات، قند، قرص های گلوکز و...). بهترین شیوه این است که بعد از مصرف این منابع کربوهیدرات ساده، از منابع کربوهیدراتی پیچیده و پروتئین نیز استفاده گردد تا باعث دوام افزایش گلوکز خون شود [۱، ۱۹].

اگر ورزشکار متوجه علائم هیپوگلیسمی خفیف نشود و یا به آن اهمیتی ندهد با پائین تر رفتن قند خون حالت نیمه‌هوشیاری به او دست خواهد داد. معمولاً در این موقع قند خون پائین تر از ۴۰ میلی گرم در دسی لیتر است. هنگام برخورد با چنین موردی در صورت امکان و در دسترس بودن وسیله، گلوکز خون را باید چک کرد. در این مواقع نباید سعی در تجویز خوراکی منبع کربوهیدراتی شود و درمان انتخابی ورزشکار دیابتی نوع ۱ با اختلال هوشیاری تزریق زیرجلدی یا داخل عضلانی یک میلی گرم گلوکاگون است. گلوکاگون باعث آزاد سازی سریع گلیکوژن از کبد می‌شود و به سرعت قند خون را افزایش می‌دهد. کادر بهداشتی و مربیان ورزشی مسئول ورزشکاران دیابتی باید گلوکاگون تزریقی به همراه داشته باشند و شیوه استفاده از آن را نیز بدانند. بعد از تزریق

میزان مناسب کاهش دهد. اگر به هر دلیل چنین نکرده باشد تنها راه باقی مانده مصرف کربوهیدرات اضافی برای جبران انسولین مازاد است. اگر قند خون هنگام شروع فعالیت پایین است یا در حال افت باشد، بهتر است که قبل از ادامه فعالیت یک میان وعده صرف شود [۵، ۱۸].

کوتاه بودن فاصله زمانی، حداکثر تا ۲ ساعت، بین زمان انجام ورزش و زمان دریافت آخرین وعده غذایی و انسولین تا حدودی در برابر بروز هیپوگلیسمی محافظت ایجاد خواهد کرد به خصوص وقتی که از انسولین کلاسیک استفاده می‌شود. این موضوع در مورد انسولین های بسیار کوتاه اثر (Lispro) که باعث ایجاد سطوح بالای انسولین قبل از گذشت ۲ ساعت از تزریق می‌شوند صادق نیست [۵].

دلایل هیپوگلیسمی تأخیری را تامین مجدد ذخایر تخلیه شده گلیکوژن و افزایش حساسیت بافتها به انسولین به دنبال فعالیت می‌دانند. جایگزین کردن ذخایر گلیکوژنی در فاصله زمانی یک ساعت بعد از پایان تمرین که به دوره طلایی جایگزینی مشهور است، بهترین راه پیشگیری از حملات هیپوگلیسمی دیررس است [۱، ۵]. وقتی که اجرای برنامه ورزشی چند روز ادامه یابد، معمولاً نیاز به انسولین روز به روز کاهش پیدا می‌کند. اندازه گیری مکرر قند خون هنگام شروع یک فعالیت جدید ورزشی برای ارزیابی و برآورده کردن نیازهای جدید با ارزش است [۴، ۵، ۱۲].

تکرار مقاطع هیپوگلیسمی به یک سیکل معیوب می‌انجامد که باعث کم شدن آگاهی از افت قند خون می‌شود و این خود باعث افزایش خطر هیپوگلیسمی می‌گردد. علاوه بر این تشخیص نشانه های هیپوگلیسمی در طی فعالیت بدنی مشکل تر است چرا که افزایش تعریق و ضربان قلب که در طی فعالیت ایجاد می‌شود علائم هشدار دهنده شروع هیپوگلیسمی را که مشابه است، می‌پوشانند [۵].

- **کم کردن نوسان فعالیت**
برای دوری جستن از نیاز به ایجاد تغییرات زیاد در دوز انسولین، دارو و رژیم غذایی بهتر است که برنامه ورزشی بیمار دیابتی حداقل چهار تا پنج روز از هفته را شامل شود.
- **افزایش تدریجی شدت و مقدار فعالیت**
به فرد دیابتی که زندگی غیر فعال داشته و تصمیم به شروع ورزش گرفته است باید توصیه کرد که ورزش را با کمترین شدت و مقدار آغاز کند و به تدریج در طی چند هفته تا چند ماه، مدت و شدت را زیاد کند.
- **توجه به حداکثر اثر انسولین**
ورزشکاری که در درمان خود از انسولین بهره می‌گیرد باید توجه داشته باشد که زمان حداکثر تاثیر انسولین مصرفی‌اش با زمان انجام ورزش یکی نشود.
- **پیشنهادهایی در مورد تزریق انسولین و ورزش**
انسولین در محل معمول تزریق شود و برای اطمینان از اینکه سوزن وارد عضله نشود دقت لازم به عمل آید. در یادگیری میزان کاهش دوز انسولین بر حسب نوع ورزش، طول مدت و زمان انجام ورزش تلاش شود. اندازه‌گیری مکرر قند خون به خصوص هنگام انجام فعالیت‌های غیر معمول انجام شود.
- **اهمیت دادن به علائم هیپوگلیسمی**
- **اهمیت دادن به دوره‌های گرم کردن سردکردن و تمرینات کششی**

نتیجه‌گیری

در کودکان و نوجوانان مبتلا به دیابت نوع ۱، نه به منظور کنترل بهتر قند خون بلکه برای سود جستن از سایر فواید جسمانی ورزش مانند افزایش آمادگی قلبی-عروقی و تنفسی، بهبود پروفایل چربی‌ها و... همچنین منافع روانشناختی ورزش و بازی کردن با همسالان و تکامل رشد اجتماعی، توصیه به شرکت در فعالیت‌های ورزشی لازم است. با وجود خطرات احتمالی ذکر شده روشن است که با انجام ملاحظاتی و آموزش‌های لازم به بیماران و مربیان ورزشی آنها در جهت پیشگیری و برخورد مناسب با مشکلات احتمالی پیش آمده، ورزش می‌تواند به عنوان تجربه‌ای با ارزش و ایمن برای کودکان و نوجوانان دیابتی مطرح باشد.

سپاسگزاری

از زحمات و کمک‌های فراوان و نظرات بسیار ارزشمند جناب آقای دکتر وحید ضیائی و نیز کمک‌ها و بی‌دریغ آقایان دکتر مایکل باقری و دکتر فرزین حلبچی تشکر می‌شود.

گلوکاگون و برگشت هوشیاری، ورزشکار باید از منابع کربوهیدرات پیچیده و پروتئین استفاده کند. در صورت در دسترس نبودن گلوکاگون یا موارد خیلی شدید از درمان وریدی می‌توان بهره جست [۱۷، ۱]. اگر ورزشکار دیابتی دچار تشنج شد، در برخورد با وی، هیپوگلیسمی را باید پیش فرض قرارداد. در این موارد نیز درمان خوارکی جایی ندارد و باید از درمان وریدی استفاده شود. در صورتی که امکان رگ‌گیری وجود نداشت از تزریق گلوکاگون زیرجلدی می‌توان استفاده کرد. در هر صورت بعد از برگشت هوشیاری از منابع خوداکی کربوهیدرات و پروتئین استفاده خواهد شد [۱].

هیپرگلیسمی در ورزشکار دیابتی

ورزش در دو وضعیت می‌تواند به افزایش گلوکز خون منجر شود. حالت اول وقتی است که سطح انسولین پایین و فرد از لحاظ متابولیکی ناپایدار است. در این وضعیت تولید گلوکز کبدی افزایش و برداشت گلوکز توسط عضلات کاهش پیدا می‌کند و کتون تولید می‌شود. از آنجائیکه ورزش نیز باعث تحریک ترشح هورمون‌های دارای اثر ضدانسولین (Counter-regulatory hormones) مانند گلوکاگون، کاته‌کولامین‌ها، هورمون رشد و کورتیزول می‌شود [۲۰] لذا انجام ورزش در این حالت مخاطره آمیز است. هیپرگلیسمی (قند خون با بیش از ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) همراه با کتونوری منع مطلق انجام ورزش است. گلوکز خون بالاتر از ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر به همراه PH سرم پائین‌تر از ۷/۳ و بیکربنات سرم کمتر از ۱۵ مطرح‌کننده کتواسیدوز دیابتی است. این وضعیت اغلب با علائمی چون ضعف عضلانی، تنفس سریع، تهوع و استفراغ همراه است و در صورت عدم درمان حتی می‌تواند به مرگ منجر شود. معمولاً برای انجام درمان استاندارد کتواسیدوز دیابتی شامل جایگزینی آب و الکترولیت، تنظیم انسولین و استراحت بستری در بیمارستان نیاز است [۵].

حالت دیگر زمانی است که فردی با داشتن کنترل خوب قند خون، ورزش بسیار شدید (که با ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه همراه است) و کوتاه‌مدت مانند وزنه‌برداری انجام می‌دهد چنین فعالیتی با افزایش شدید مقطعی کاته‌کولامین‌ها باعث بالا رفتن گلوکز خون می‌شود [۵، ۲۱].

توصیه‌های کلی

- **پایش گلوکز خون**
در صورتی که در فعالیت روزانه تغییری ایجاد شود، دست‌کم دو بار و ترجیحاً چهار بار در روز گلوکز خون اندازه‌گیری گردد. هنگام تغییر برنامه ورزشی باید قند خون، ساعت یک تا دو بامداد اندازه‌گیری شود.

Exercise in type 1 diabetic patients

M Hassabi* MD, Sports Medicine Student, Sports Medicine Research Center, Tehran University of Medical Sciences

A Rabbani MD, Pediatric Endocrinologist, Prof of Pediatrics, Tehran University of Medical Sciences

A Sotoodeh MD, Pediatric Endocrinologist, Prof of Pediatrics, Tehran University of Medical Sciences

*Correspondence author,
Address: Sports Medicine
Research Center, Al-Ahmad
High-way, Tehran, IR Iran
E-mail:
hassabi@razi.tums.ac.ir

Received: 30/6/05
Accepted: 24/10/05

Abstract

Background: Having sufficient daily activity has great physical, psychological and social impacts on children and adolescents' life. Diabetic youth are of no exception in this regard, but they are often exempted from sport activities and its benefits due to the general concerns about possible side effects of diabetes, like hypoglycemia.

There has been a general unawareness about appropriate diet and tapering the medications with the level of physical activities. There are several influencing factors that may prevent or at least lessen these side effects. These may include, appropriate timing of the insulin administration and knowing the timing of its peak activity onset according to the type of insulin used. Also adjusting the carbohydrate intake with type and extent of exertion are of significant importance. Meanwhile, both diabetic athletes and their trainers must be educated about signs of hypoglycemia and how to manage it on the scene. Diabetic patients, whose disease hasn't been effectively controlled yet and suffer from poorly controlled blood sugar and side effects like diabetic ketoacidosis, must avoid any sport activities until they have reached to a steady metabolic state.

When initiating a new exercise regimen, patients must check their blood sugar levels 3 to 4 times daily, until all the metabolic needs have been identified and met. Needless to say those diabetic patients who have previously adopted an inactive lifestyle must undergo a complete medical evaluation prior to engaging in any exercise routine. Those, who have no evidence of diabetes complications, may engage in any level of recreation or professional sports. As a matter of fact, aerobic sports are among those most recommended to diabetics. #

Conclusion: If the essential educations regarding diabetes be provided for both the diabetic adolescents and their coaches, sports may be introduced as a safe and invaluable experience in a supervised environment.

Key Words: Diabetes, Exercise, Hypoglycemia, Physical activity, Blood glucose

REFERENCES

1. Landry GL, Bernhardt DT. Essentials of Primary Care Sports Medicine. USA, Human Kinetics 2003. Pp: 38-53.
2. Alemzadeh R, Wayatt DT. Diabetes Mellitus in Children. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB. Nelson Textbook of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia, Saunders 2004. Pp: 1947.
3. Pishdad GR. Low incidence of type 1 diabetes in Iran. Diabetes Care. 2005; 28 (4):927-8.

4. Zinman B, Ruderman N, Campaigne BN, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27:S58.
5. Grimm JJ. Exercise in type 1 Diabetes. In: Burr WB, Nagi DK. *Exercise and Sport in Diabetes*. Chichester, John Wiley & Sons 1999. Pp: 25-42.
6. Dengel DR, Reynolds TH. Diabetes. In: LeMura LM, Von Duvillard SP. *Clinical Exercise Physiology: application and physiological principles*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins 2004. Pp: 319-29.
7. Kriketos AD, Gan SK, Poynten AM, et al. Exercise increases adiponectin levels and insulin sensitivity in humans. *Diabetes Care*. 2004; 27(2):629-30.
8. Ross R. Does exercise without weight loss improve insulin sensitivity? *Diabetes Care*. 2003; 26(3):944-5.
9. Foseca V. Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *Diabetes Care*. 2004; 27(9): 2287-88.
10. Fuchsjager-Mayrl G, Pleiner J, Wiesinger GF, et al. Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2002; 25 (10): 1795-801.
11. Komatsu WR, Gabbay MA, Dib SA. Early subclinical limited axial and large joint flexibility in type 1 diabetes mellitus adolescents. *J Diab Complications*. 2004; 18(6):352-5.
12. Draznin MB. Type 1 diabetes and sports participation strategies for training and competing safely. *Physician Sportsmed*. 2000; 28 (12): 49-56.
13. American Diabetes Association. Diabetes mellitus and exercise: Position statement. *Diabetes Care*. 1997; 20 (1): S51.
14. Kohlendorf K, Bojsen J, Deckert T. Absorption and miscibility of regular porcine insulin after subcutaneous injection of insulin-treated diabetic patients. *Diabetes Care*. 1983; 6(1):6-9.
15. Koivisto VA, Felig P. Effects of leg exercise on insulin absorption in diabetic patients. *N Engl J Med*. 1978; 298(2):79-83.
16. Mahaffey BL, White RD. Diabetes mellitus in young athletes. In: Birrer RB, Griesemer BA, Cataletto MB. *Pediatric Sports Medicine for Primary Care*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2002 Pp:166-69.
17. Grimm JJ, et al. Prevention of Hypoglycemia during exercise: more carbohydrate or less insulin? *Diabetes*. 1996; 45 (Suppp 2):104A (abstract).
18. Mauvais-Javis F, Sobngwi E, Pocher R, et al. Glucose response to intense aerobic exercise in type1 diabetes. *Diabetes Care*. 2003; 26(4):1316-8.
19. Cryer PE, Davis SN, Shamoan H. Hypoglycemia in diabetes. *Diabetes Care*. 2003.26 (6):1902.
20. Berger M, Berchtold P, Cuipers HJ, et al. Metabolic and hormonal effects of muscular exercise in juvenile type diabetes. *Diabetologia*. 1977;13 (4):355-65.
21. Purdon C, Brousson M, Nyveen SL, et al. The roles of insulin and catecholamine in the glucoregulatory response during intense exercise and early recovery in insulin-dependent diabetic and control subjects. *J Clin Endocrinol Metab*. 1993; 76(3):566-73.