ساکارز، شربت فروکتوز۵۵٪و فروکتوز، متابولیسم و اثرات سلامتی بالقوه : ما واقعاً چه می‌دانیم؟

منیژه آذری کیا[۱*]، علی حسینی ساجدی[۲]، روناک غلامی[۳]، بهاره برهانی[۴]

[۱] کارشناسی ارشد تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
[۲] کارشناسی ارشد مهندسی شیمی/ گروه صنعتی پژوهشی فرهیختگان زرنام (مرکز نوآوری)
[۳] کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی/ گروه صنعتی پژوهشی فرهیختگان زرنام (مرکز نوآوری)
[۴] دکترای تخصصی شیمی‌فیزیک / گروه صنعتی پژوهشی فرهیختگان زرنام (مرکز نوآوری)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۲/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/٦/٤

چکیده

اختلاف‌نظرها و سردرگمی‌های زیادی در مورد، ساکارز و دیگر شیرین‌کننده‌ها در بحث متابولیسم و اثرات سلامتی آن‌ها وجود دارد. این نگرانی‌ها اغلب توسط گمانه‌زنی‌هایی بر اساس داده‌های محدود یا مطالعات کمی بر روی حیوانات دامن زده‌شده است. اختلاف‌نظرهای اخیر پس از منتشر شدن یک تفسیر که حاکی از ارتباط احتمالی بین مصرف شربت فروکتوز و چاقی است، ایجادشده است. از طرفی، این نظریه وجود دارد که هیچ تفاوتی در پاسخ متابولیک و غدد درون‌ریز بین شربت فروکتوز ۵۵٪ و ساکارز در ارتباط با چاقی یا هر مسئله مربوط به‌سلامتی انسان وجود ندارد. زیرا هر دوی این قندها حاوی مقادیر تقریباً مساوی از فروکتوز و گلوکز، حاوی همان مقدار کالری، دارای سطح شیرینی یکسان و جذب یکسان از دستگاه گوارش هستند. این‌که آیا بین فروکتوز، شربت فروکتوز ۵۵٪ یا ساکارز در احتمال افزایش خطر بیماری قلبی، سندرم متابولیک، تجمع چربی در کبد یا افزایش چربی بافت ماهیچه‌ای ارتباطی وجود دارد یا خیر، با مطالعات مختلف با استفاده از روش‌های مختلفی که به نتیجه‌گیری‌های مختلفی می‌رسند، اختلاف‌نظر وجود دارد. برای حل بسیاری از این ابهامات کار آزمایی بالینی بیشتری لازم است. هدف از این بررسی، پاسخ به ابهامات درباره‌ی متابولیسم، غدد درون‌ریز و اثرات احتمالی بر سلامتی انسان در هنگام مصرف ساکارز، فروکتوز و شربت فروکتوز۵۵٪ است. در طول یک دهه گذشته، بحث و جدال علمی بسیاری در مورد متابولیسم، پاسخ غدد درون‌ریز و اثرات سلامتی بالقوه درباره مصرف ساکارز، شربت ذرت با فروکتوز ۵۵٪ و فروکتوز به وجود آمده است. به دلیل اینکه ایالات‌متحده و بسیاری دیگر از کشورها درگیر بیماری همه‌گیر چاقی هستند، انگیزه‌های بیشتری برای این بحث‌ها وجود دارد. با توجه به همه این‌ها به‌عنوان پیش‌زمینه، هدف از این بررسی بحث در مورد متابولیسم و پاسخ غدد درون‌ریز به مصرف ساکارز و شربت فروکتوز ۵۵٪ است. ما همچنین سعی در بیان نقاط قوت و ضعف شواهد موجود در رابطه با مصرف این قندها و عواقب احتمالی آن برای سلامتی داریم. سپس نتایج آزمایش‌های تصادفی کنترل‌شده اخیر را با استفاده از مقادیر مختلف فروکتوز، شربت فروکتوز ۵۵٪ و ساکارز موردبحث قرار می‌دهیم. نتایج نشان داد که تفاوت قابل توجهی بین اثرات سلامتی ساکارز و شربت فروکتوز ۵۵٪ وجود ندارد و بهتر است که تمرکز جوامع علمی بر کنترل میزان کلی مصرف قند ساده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ساکارز، شربت فروکتوز۵۵٪، متابولیسم، اثرات سلامتی

نویسنده مسئول:*
کارشناسی ارشد تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۰۹۱۴۹۳۹۱۰۸۵
E-mail: Azarikiam@gmail.com

ارتباط بین شربت ذرت با فروکتوز بالا (HFCS) و ساکارز با چاقی

درگذشته، این استدلال وجود داشت که HFCS با چاقی در ارتباط است. میزان مصرف HFCS در ایالات‌متحده از اوایل دهه ۱۹۷۰ هنگامی‌که برای اولین بار مورداستفاده قرار گرفت تا حدود سال ۱۹۹۹ به‌طور چشمگیری افزایش یافت (USDA, 2010)، اما در طول یک دهه گذشته میزان مصرف HFCS کاهش‌یافته است، اما همچنان روند چاقی افزایش‌یافته یا در همان سطوح باقی‌مانده است،[۱] پس می‌توان نقش شربت فروکتوز۵۵٪را در افزایش بیش‌ازحد چاقی رد کرد. اگرچه از سال ۱۹۷۰ میزان مصرف شیرین‌کننده‌ها در ایالات‌متحده افزایش‌یافته است، اما ساکارز همچنان شیرین‌کننده پیشرو در رژیم غذایی آمریکا و منبع اصلی فروکتوز است.[۲] براساس خدمات تحقیقات اقتصادی USDA ، بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵، مصرف شکر و شیرین‌کننده‌های موجود در روز برای هر فرد از ٤۰۰ کیلوکالری به ٤٧٦ کیلوکالری افزایش‌یافته است. علاوه بر این، میزان مصرف ساکارز در سراسر جهان ۹ برابر بیشتر شده است.[۳] برخی مصرف شربت فروکتوز۵۵٪را در کشورهایی که دارای مصرف بالای شیرین‌کننده‌ها هستند عاملی برای دیابت و چاقی می‌دانند. اما جالب است که در کشورهای اروپایی، مکزیک، استرالیا و چند کشور دیگر که دارای سرانه مصرف پایینی از شیرین‌کننده‌ها هستند به همین میزان درصد چاقی و دیابت بالا است.[٤] مطالعه تحقیقاتی در سال ۲۰۰٤ در مقاله AJCN (American Journal of Clinical Nutrition) همچنین این نظریه را رد کرد که HFCS ازنظر متابولیکی با ساکارز متفاوت است. مطالعات منتشرشده از گروه تحقیقاتی ما نشان داد که در زنان پاسخ‌ها به HFCS و ساکارز با توجه به اندازه‌گیری مقدار گلوکز، انسولین، لپتین، گرلین در هر دو وزن طبیعی و چاق تقریباً یکسان است. مطالعات استنهاپ و همکاران یافته‌های مشابهی با پاسخ‌های مطالعات اخیر در زنان و مردان را نشان داد، همچنین مقدار تری‌گلیسیرید بعد از مصرف HFCS یا ساکارز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.[۵] مطالعات انجام‌شده توسط سوئنن و همکاران هیچ تفاوتی در میزان سیری و انرژی مصرفی پس از بارگیری HFCS ، ساکارز یا شیر را نشان نداد. این مطالعه و سایر مطالعات علمی ازجمله انجمن پزشکی آمریکا، آکادمی تغذیه و رژیم‌های غذایی را ترغیب به صدور بیانیه‌هایی کردند که نشان می‌دهد هیچ تفاوتی بین HFCSو ساکارز در احتمال ایجاد چاقی وجود ندارد. مطلبی که جی هاروی اندرسون در رابطه با مصرف شربت فروکتوز۵۵٪و ساکارز منتشر کرد بیشترین تأثیر را در ترغیب به صدور بیانیه‌ها داشت. در این مطلب آمده است که : این فرضیه مبنی بر اینکه جایگزینی ساکارز با HFCS در نوشیدنی‌ها نقش مثبتی در ایجاد و افزایش چاقی دارد، بر اساس ترکیب آن، واکنش‌های بیولوژیکی و یا اثرات کوتاه‌مدت در مصرف مواد غذایی پشتیبانی و تأیید نمی‌شود. به عبارت ساده، پیشنهادی مبنی بر اینکه بازگشت به نوشیدنی‌های حاوی ساکارز می‌تواند یک راه‌حل برای رفع و یا مبارزه با بیماری همه‌گیر چاقی باشد کاملاً رد می‌شود.[٦]

ارتباط بین HFCS و ساکارز با خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی

ساکارز از ۵۰ ٪ گلوکز و ۵۰ ٪ فروکتوز تشکیل‌شده است، درحالی‌که HFCS های مورداستفاده در بیشتر غذاها و نوشیدنی‌ها به‌طورمعمول از ۵۵ ٪ فروکتوز و ٤۵ ٪ گلوکز تشکیل‌شده‌اند. ازآنجاکه نوشابه‌ها منبع اصلی مصرف شیرین‌کننده‌ها در رژیم غذایی ایالات‌متحده آمریکا هستند، تعدادی از مطالعات به بررسی مصرف نوشابه و ارتباط آن با انواع متابولیت‌ها و مسائل مربوط به‌سلامتی پرداخته‌اند.[۷] AHA (American Heart Association) بیانیه علمی صادر کرده است که توصیه می‌کند زنان آمریکایی بیش از ۱۰۰ کیلوکالری و مردان آمریکایی بیش از ۱۵۰ کیلوکالری در روز از شیرین‌کننده‌ها مصرف نکنند. AHA اذعان کرد که این توصیه‌ها بسیار پایین‌تر از سایر دستورالعمل‌های مربوط به میزان مصرف شیرین‌کننده‌ها ازجمله دستورالعمل‌های رژیم غذایی برای آمریکایی‌ها و انستیتو پزشکی است.[۸] علاوه بر این، AHA بیان می‌کند که این توصیه‌ها تا حد زیادی براساس مطالعات اپیدمیولوژیک یا داده‌های حیوانات بوده و نیاز به کار آزمایی بالینی تصادفی بیشتری بر روی انسان است. بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که مصرف فروکتوز تا زمانی که در بازه نرمال باشد باعث افزایش تری‌گلیسیرید یا افزایش وزن نمی‌شود.[۹] تحقیقات بر روی ۳۵۲ نفر

دارای اضافه‌وزن یا افراد چاق کـه فروکتـوز را بـه‌عنـوان بخشـی از رژیم‌های غذایی خـود مصـرف مـی‌کردنـد نشـان داد کـه مصـرف فروکتوز هیچ تأثیر منفی بر کلسترول کل ندارد. همچنین باید تأکیـد کـرد کـه در آزمـایش‌هـای سـطح تـری‌گلیسـیرید قبـل و بعـد از اندازه‌گیری در محدوده طبیعی باقی ماند. سایر محققان نیز گـزارش کرده‌اند که مصرف قندها باعث افزایش لیپیـدها در افـراد مـی‌شـود. استانهاپ و همکاران بـا اسـتفاده از مـدلی کـه در آن ۲۵٪ از میـزان انرژی از فروکتوز و ۲۵٪ انرژی از گلوکز تأمین می‌شد آزمایشـی را طراحی کردند. نکته قابل‌توجه این است که این آزمایش‌های مصرف فروکتوز خالص و گلوکز خالص را موردبررسـی قراردادنـد کـه در رژیم غذایی انسـان ایـن مـواد بـه‌نـدرت بـه‌طـور خـالص مصـرف می‌شوند. نتـایج تحقیقـات اسـتنهاپ و همکـاران کـه در آن ۲۵٪ از انرژی مصرفی روزانه از شیرین‌کننده‌ها تأمین می‌شد هیچ‌گونه تـأثیر منفی بر روی فشارخون را نشان نداد. استنهاپ و همکـاران نیـز در متاآنالیزهای خود به نتیجه‌گیری‌های مشابه ای رسیدند.[۱۰]

ارتباط بین مصرف HFCS و سـاکارز بـا خطـر ابـتلا بـه سندرم متابولیک

فرض بر این است که مصرف فروکتوز ممکن است فاکتورهـای خطر ابتلا به سندرم متابولیک را افزایش دهد. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، چندین بررسی از ایـن مفهـوم کـه مصـرف فروکتـوز در سطح عادی از جمعیـت (افـراد دارای وزن نرمـال و فاقـد بیمـاری) باعث افزایش سطح چاقی یا تری‌گلیسیرید می‌شـود بـه‌هـیچ‌عنـوان پشتیبانی نکرده است. علاوه بر این، سان و همکاران تجزیه‌وتحلیـل داده‌های افزایش سطح اسیداوریک مربوط بـه مصـرف فروکتـوز را مشاهده نکردند. متاآنالیز بیشتر داده‌ها توسط همین تیم، ارتباطی بین سطوح مختلف مصرف فروکتـوز و سـطح اسـیداوریک یـا سـندرم متابولیک را نشان نداد. تحقیقات انجام‌شده در آزمایشـگاه نشـان داد که مصرف HFCS یا ساکارز باعث افزایش فشارخون سیستولیک یـا دیاسـتولیک، اسـید اوریـک، چربـی دور کمـر یـا تـری‌گلیسـیرید نمی‌شود.[۱۱]

ارتباطی بین مصرف HFCS، سـاکارز و خطـر ابـتلا بـه بیماری کبد چرب و یا افـزایش چربـی بافـت ماهیچـه‌ای وجود ندارد

همان‌طور که قبلاً گفته شد، اسـتدلال نظـری(تئـوری) در مـورد اثرات متابولیک احتمالی مصرف فروکتـوز، بـر اسـاس تفـاوت‌هـای مشخص‌شده در متابولیسم کبدی فروکتوز و گلوکز است. به‌طورکلی تفاوت‌های قابل‌توجهی بین متابولیسـم فروکتـوز و گلـوکز در کبـد وجـود دارد. بخـش عمـده‌ای از فروکتـوز کـه در کبـد بـه گلـوکز، گلیکوژن، لاکتات و دی‌اکسید کربن تبدیل می‌شود. ۵۰٪ از فروکتوز در کبد به گلوکز، ۲۵٪ به لاکتات و ۱۵٪ تا ۱۸٪ به گلیکوژن تبدیل می‌شود و چند درصد نیز به دی‌اکسید کربن متابولیزه می‌شـود. تنهـا درصد بسیار کمی (به ترتیب ۱٪ -۵٪ بسته به شرایط خاص افـراد و وضعیت نیاز تغذیه‌ای و متابولیکی افراد) بـه اسـیدهای چـرب آزاد تبدیل می‌شود.[۱۲] تحقیقات نشـان داده اسـت کـه حتـی در صـورت مصرف بالای کربوهیدرات، تنها درصد کمی از کربوهیـدرات‌هـا بـه چربی تبدیل می‌شوند. طی یک آزمـایش علمـی مشـخص شـد کـه افرادی که روزانه بیش از ۱۵۰۰ کالری را از طریق مصرف ۷۰۰ گرم کربوهیدرات در روز دریافت می‌کردند، فقط ۳/۳ گرم چربی در بدن این افراد تولید شد که به نسبت مصرف این مقـدار از کربوهیـدرات مقدار ناچیزی است. سیریل نیگل و همکاران در طی تحقیـق کـه در آن افراد ۳۰ ٪ از انرژی روزانه خود را از طریق مصرف فروکتـوز در یک بازه زمانی ٤ هفته‌ای دریافت می‌کردند نیـز بـه نتـایج مشـابهی دست یافتند.[۱۳] طی تحقیقات در آزمایشگاه هیچ‌گونه افزایش چربـی کبد یا افزایش توده چربی در بافت عضلانی در مقادیر تأمین انـرژی روزانه، حداکثر تا ۳۰٪ از HFCS یـا سـاکارز در طـی یـک دوره ۱۰ هفته‌ای از مصرف یافت نشد.

نتیجه‌گیری کلی

ما واقعاً در مورد متابولیسم، غدد درون‌ریـز، پاسـخ‌هـای بـدن و اثرات سلامتی ساکارز و HFCS چه می‌دانیم ؟ تا زمـانی کـه میـزان مصرف کلی قندهای ساده (در فرم ساکارز یا فروکتوز) در محـدوده نرمال و مطابق نیاز بدن باشد، بـین HFCS و چـاقی رابطـه مسـتقلی وجود ندارد. همچنین به نظر مـی رسـد کـه تفـاوت معنـی‌داری در

پاسخ‌های متابولیک یا غدد درون‌ریز یا اثرات مربوط به‌سلامتی بین HFCS و ساکارز وجود ندارد. کارآزمایی‌های بالینی تصادفی اخیر طی مقایسه HFCS با ساکارز پاسخ های یکسان و مشابهی را نشان دادند. به دنبال مصرف مقادیر نرمال و مجاز شربت فروکتوز هیچ گونه عوارض جانبی حادی بر روی کلسترول کل، کلسترول LDL ، کلسترول HDL و اسید اوریک در افرادی با وزن طبیعی یا در زنان چاق مشاهده نشد. در پایان به نظر می رسد که تفاوت قابل توجهی بین اثرات سلامتی ساکارز و شربت فروکتوز ۵۵٪ وجود ندارد و بهتر است که تمرکز جوامع علمی بر کنترل میزان کلی مصرف قند ساده قرار گیرد.

References

1. Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Curtin LR. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999–2008. JAMA 2010; 303:235–41.
2. Buzby J, Wells HF. Loss-adjusted food availability data: calories. USDAEconomic Research Service, 2007. Available from: www.ers.usda.gov/Data/FoodConsumption/spreadsheets/foodloss/ Calories.xls. Accessed March 15, 2007.
3. Wells HF, Buzby JC. Dietary assessment of major trends in US food consumption, 1970–2005. Economic Research Service, US Department of Agriculture; March 2008. Economic Information Bulletin No. 33. Available from: http://www.ers.usda.gov/Publications/EIB33. Accessed January 4, 2009.
4. Melanson KJ, Zukley L, Lowndes J, Nguyen V, Angelopoulos T, Rippe J. Effects of high fructose corn syrup and sucrose consumption on circulating glucose, insulin, leptin, and ghrelin and on appetite in normal-weight women nutrition. Nutrition 2007; 23:103–12.
5. Stanhope KL, Schwarz JM, Keim NL, Griffen SC, Bremer AA, Graham JL, Hatcher B, Cox CL, Dyachenko A, Zhang W, et al. Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened, beverages increase visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/ obese humans. J Clin Invest. 2009; 119:1322–34.
6. Anderson GH. Much ado about high-fructose corn syrup in beverages: the meat of the matter. Am J Clin Nutr. 2007; 86:1577–8.
7. Tordoff MG, Alleva AM. Effect of drinking soda sweetened with aspartame or high-fructose corn syrup on food intake and body weight. Am J Clin Nutr. 1990; 51:963–9.
8. Dietary Guidelines for Americans. 2010. Available from: http://www.cnpp.usda.gov/DGAs2010-PolicyDocument.htm. Accessed Nov 1, 2012.
9. Lowndes J, Kawiecki D, Angelopoulos T, Rippe J. Fructose containing sugars do not result in an atherogenic lipid profile when consumed as part of a eucaloric (weight-stable) diet. Circulation 2010;122: A10906.
10. Stanhope KL, Bremer AA, Medici V, Nakajima K, Ito Y, Nakana T, Chen G, Fong TH, Lee V, Menorca RI, Keim NL, Havel PJ. Consumption of fructose and high fructose corn syrup increase postprandial triglycerides, LDL-cholesterol, and apolipoprotein-B in young men and women. J Clin Endocrinol Metab. 2011;96: E1596–605.
11. Sun SZ, Flickinger BD, Williamson-Hughes PS, Empie MW. Lack of association between dietary fructose and hyperuricemia risk in adults. Nutr Metab (Lond). 2010; 7:16.
12. Parks EJ, Skokan LE, Timlin MT, Dingfelder CS. Dietary sugars stimulate fatty acid synthesis in adults. J Nutr. 2008; 138:1039–46.
13. Silbernagel G, Machann J, Unmuth S, Schick F, et al. Effects of 4-week very-high-fructose/glucose diets on insulin sensitivity, visceral fat and intrahepatic lipids: an exploratory trial. Br J Nutr. 2011; 106:79–86.

AUMJ Journal Alborz University of Medical Sciences

Alborz University of Medical Sciences Journal, April 2021, Vol. 10, No. Supplement: 14-18 *Review Article*

Manizheh Azarikia[*1], Ali Hosseini Sajedi[2], Ronak Gholami[3], Bahareh Borhani[4]

[1] *MSc of Nutrition\ Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*
[2] *MSc of Chemical Engineering\ Farhikhtegan Zarnam Research & Industrial Group (Knowledge-Based Research Center)*
[3] *MSc of Food Engineering\ Farhikhtegan Zarnam Research & Industrial Group (Knowledge-Based Research Center)*
[4] *PhD of Physical Chemistry\ Farhikhtegan Zarnam Research & Industrial Group (Knowledge-Based Research Center)*

Sucrose, High Fructose Corn Syrup 55% and Fructose, Metabolism and Potential Health Effects: What Do We Really Know?

Received: 9 May 2020 ; Accepted: 25 Aug. 2020

Abstract

There are a lot of discussions and controversy about sucrose and other sweeteners regarding their metabolism and health effects. These concerns are often arising by speculation based on limited data or few studies on animals. Recent controversies have arisen following the publication of a commentary suggesting a possible link between high fructose corn syrup (HFCS) consumption and obesity. Since then, there has been a widespread scientific consensus that there is no significant difference in the metabolic and endocrine response between HFCS 55% and sucrose in relation to obesity or any human health issue. This conclusion is not surprising because both of these sugars contain approximately equal amounts of fructose and glucose, contain the same amount of calorie, have the same level of sweetness and have the same absorption from the digestive tract. The hypothesis that fructose, HFCS, or sucrose are associated with an increased risk of heart disease, metabolic syndrome, fat accumulation in the liver, or increased muscle tissue adiposity, has been investigated in different ways using different approaches that lead to different conclusions. They seem to disagree. Further clinical trials are needed to resolve many of these ambiguities. The purpose of this study was to respond to uncertainties about metabolism, endocrine, and possible effects on human health when consuming sucrose, HFCS and fructose 55%. Over the past decade, there has been much scientific debate about metabolism, the endocrine response, and the potential health effects due to consuming sucrose, high fructose corn syrup (HFCS) and fructose. Due to this reason that the United States and many other countries are involved in the obesity, there is more motivation for these discussions. Given all this as a foreground, the purpose of this review is to discuss the metabolism and the endocrine response of sucrose and HFCS consumption. It has also been considered to highlight the strengths and weaknesses of the evidence regarding the consumption of these sugars and their possible health consequences. We then discuss the results of recent randomized controlled trials using different amounts of fructose, HFCS and sucrose.

Keywords: Sucrose, Fructose syrup 55%, Metabolism and Potential Health Effects

*** Corresponding Author:**
MSc of Nutrition\ Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Tel:09149391085
E-mail: Azarikiam@gmail.com