

## تأثیر مصرف حاد، تحت مزمن و مزمن انواع شکلات بر اضطراب، فعالیت حرکتی و مصرف غذا در موش‌های صحرایی نر

غزاله هادیان<sup>۱</sup>، مریم راداحمدی<sup>۲</sup>، حجت اله علایی<sup>۳</sup>، پرهام رئیسی<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** مواد غذایی گوناگون، تأثیرات متفاوتی بر عملکردهای مغزی می‌گذارند. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مصرف حاد، تحت مزمن و مزمن ساکارز و انواع شکلات (با درصد متفاوت کاکائو و کربوهیدرات) به عنوان مواد غذایی پرطرفدار بر اضطراب، فعالیت حرکتی، مصرف غذا و اختلاف وزن در موش‌های صحرایی نر بررسی گردید.

**روش‌ها:** ۳۵ موش صحرایی نر نژاد ویستار (وزن ۲۵۰-۲۰۰ گرم) در پنج گروه آزمایشی مصرف غذای استاندارد (شاهد)، شکلات تلخ، شکلات شیری، شکلات سفید و ساکارز قرار گرفتند و برای مدت ۱۴ روز بررسی شدند. سطح اضطراب و میزان فعالیت حرکتی در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ با استفاده از آزمون میدان باز ارزیابی و سپس میزان مصرف غذا و تغییرات وزن اندازه‌گیری گردید.

**یافته‌ها:** مصرف تحت مزمن ساکارز و شکلات سفید، سبب کاهش معنی‌دار تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز نسبت به گروه شاهد شد. مصرف حاد ساکارز نیز منجر به کاهش معنی‌دار تعداد عبور از خانه‌ی مرکزی گردید. مصرف تحت مزمن شکلات تلخ، سبب افزایش معنی‌دار عبور از خانه‌های مرکزی شد. در رژیم‌های تک غذایی متفاوت، میزان مصرف غذا، کاهش معنی‌داری در تمامی گروه‌های آزمایشی نسبت به گروه شاهد داشت. در تمام انواع رژیم غذایی، تغییرات وزن طی هفت روز ابتدایی، کاهش معنی‌داری را در همه‌ی گروه‌ها نشان داد. همچنین، تغییرات وزن در طی هفت روز نهایی در گروه‌های ساکارز، شکلات شیری و شکلات تلخ کاهش معنی‌داری را نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** اضطراب با مصرف تحت مزمن شکلات تلخ و مصرف حاد ساکارز، کاهش چشم‌گیری می‌یابد. مصرف تحت مزمن ساکارز و شکلات سفید، سبب کاهش فعالیت حرکتی نمونه‌ها شد. از طرف دیگر، رژیم تک غذایی صرف نظر از نوع ماده‌ی غذایی، توانست سبب کاهش وزن قابل توجه شود. البته رژیم تک غذایی شکلات با میزان بیشتر کاکائو، منجر به کاهش وزن بیشتر گردید.

**واژگان کلیدی:** اضطراب؛ شکلات؛ ساکارز؛ رژیم؛ موش صحرایی

**ارجاع:** هادیان غزاله، راداحمدی مریم، اله علایی حجت، رئیسی پرهام. تأثیر مصرف حاد، تحت مزمن و مزمن انواع شکلات بر اضطراب، فعالیت حرکتی و مصرف غذا در موش‌های صحرایی نر. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۰؛ ۳۹ (۶۴۸): ۸۴۱-۸۳۵.

### مقدمه

کنترل هومئوستازی تغذیه، در مدارهای نورونی سیستم اعصاب مرکزی و در پاسخ به سیگنال‌های محیطی انجام می‌گیرد (۱). بنابراین، تأثیر برخی عادات غذایی به خصوص مواد غذایی پرطرفدار با دسترسی آسان (به ویژه انواع شکلات و کربوهیدرات) بر عملکرد مغزی، میزان تغذیه و تغییر وزن بدن، همواره مورد توجه پژوهشگران مختلف بوده است؛ هرچند نوع رژیم و مدت زمان مصرف غذا نیز حایز اهمیت است (۲-۴). نتایج برخی مطالعات نشان داده است که

مواد غذایی کربوهیدراتی و پرچرب، بر سیستم عصبی و خلق و خو تأثیر می‌گذارند؛ به عنوان مثال میزان بروز افسردگی و خشم را تشدید می‌نمایند (۲-۳). به هر حال، رژیم‌های غذایی متنوعی جهت تأثیر بر عملکرد مغز و تغییر وزن بدن پیشنهاد شده است که رژیم تک غذایی یا رژیم مونودایت، یکی از انواع آن‌ها می‌باشد. رژیم تک غذایی به معنای مصرف یک نوع ماده‌ی غذایی در بازه‌ی زمانی مشخص می‌باشد که یک روش غیر رسمی جهت کاهش وزن معرفی شده (۴) و توسط جمعیت زیادی مورد استفاده قرار گرفته است، اما اغلب

۱- پزشک عمومی، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استاد، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسئول: مریم راداحمدی؛ دانشیار، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

باز، میزان مصرف غذا و تغییرات وزن نمونه‌ها در بازه‌ی زمانی ۱، ۷ و ۱۴ روز مورد بررسی قرار گرفت.

**رژیم غذایی:** هر گروه به مدت ۱۴ روز از رژیم تک غذایی (مونودایت) انواع شکلات و ساکارز بر اساس گروه‌بندی تبعیت کرد. در گروه‌های شاهد، ساکارز، شکلات سفید، شیری و تلخ به ترتیب از غذای استاندارد موش صحرایی (Chow)، حبه‌های قند (صفر درصد کاکائو)، شکلات‌های سفید (کره‌ی کاکائو)، شیری (۶۰ درصد پودر کاکائو) و تلخ (۹۷ درصد پودر کاکائو) (شرکت فرمند، ایران) استفاده گردید که همگی حاوی مواد مختلف شامل انواع ویتامین و الکترولیت‌ها (سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و...) بودند.

**آزمون رفتاری:** از آزمون میدان باز با استفاده از دستگاه Open field با ابعاد ۵۰ × ۶۰ × ۶۰ سانتی‌متر جهت بررسی میزان فعالیت حرکتی و اضطراب استفاده گردید. یک روز قبل از شروع پژوهش، موش‌های صحرایی به مدت ۵ دقیقه جهت آشنایی با محیط، در مرکز دستگاه قرار داده شدند. سپس آزمون میدان باز در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ طی ساعات ۱۶-۱۴ انجام گرفت تا تأثیر مصرف حاد، تحت مزمن و مزمن رژیم تک غذایی ساکارز و انواع شکلات در بازه‌ی زمانی مذکور بررسی گردد. از این‌رو، هر بار موش‌های صحرایی جهت آزمون به مدت ۵ دقیقه در میدان باز قرار گرفتند و تعداد عبور از کل خانه‌های میدان باز (جهت ارزیابی میزان فعالیت حرکتی) و همچنین، تعداد عبور از خانه‌ی مرکزی (جهت ارزیابی میزان اضطراب) برای هر سه بازه‌ی زمانی محاسبه گردید.

**میزان مصرف غذا:** هر نوع رژیم غذایی مصرف شده در مطالعه‌ی حاضر به طور آزادانه در اختیار حیوانات قرار گرفت. سپس میزان مصرف غذا برای هر مورد به طور روزانه ارزیابی گردید.

**میزان تغییرات وزن:** توزین تمامی حیوانات در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ انجام گرفت. سپس در تمامی گروه‌ها، میزان تغییرات وزن در طی ۷ روز ابتدایی ( $BWD_{Initial} = BW_{day7} - BW_{day1}$ )، ۷ روز انتهایی ( $BWD_{Final} = BW_{day14} - BW_{day7}$ ) و تغییرات کلی وزن در طی ۱۴ روز ( $BWD_{Total} = BW_{day14} - BW_{day1}$ ) بررسی گردید.

نتایج به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شد. تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز، تعداد عبور از مرکز میدان باز و تغییرات وزن با استفاده از آزمون ANOVA همراه با آزمون تعقیبی Least significant difference (LSD) مورد بررسی قرار گرفت. میزان غذای مصرفی در گروه‌های متفاوت با استفاده از آزمون ANOVA Repeated measures همراه با آزمون تعقیبی LSD بررسی گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۴ (version 24, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.  $P < 0/05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

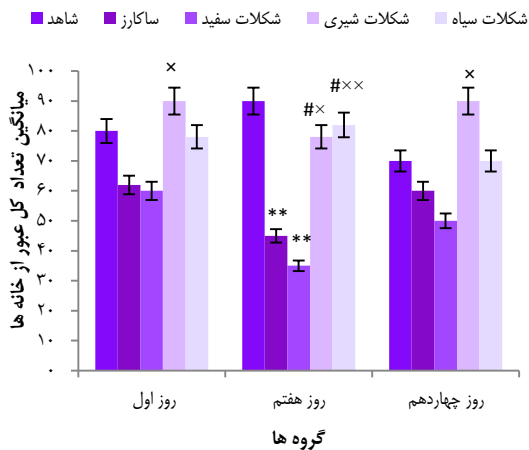
متخصصان به رژیم‌های تک غذایی که به رژیم‌های مد روز معروف هستند، به دیدی تردید می‌نگرند (۵)؛ هرچند گاهی اثرات فیزیولوژیکی سریعی در وضعیت عملکرد مغز و روان توسط این نوع رژیم‌ها مشاهده شده است (۴). به عنوان مثال، از رژیم کتوژنیک در درمان صرع اطفال استفاده می‌گردد (۶).

مواد قندی و انواع شکلات (با درصدهای متفاوت کاکائو و کربوهیدرات)، از جمله مواد غذایی پرطرفدار بین افراد جامعه می‌باشد. انواع شکلات شامل شکلات سفید (کره‌ی شکلات و کربوهیدرات)، شکلات شیری (کم‌تر از ۶۰ درصد کاکائو)، شکلات تلخ (حداقل ۷۰ درصد کاکائو) (۷) و انواع ساکارز به صورت دانه‌های شکر، حبه‌ی قند و محصولات با طعم شیرین جهت مصرف جوامع بشری بسیار رایج هستند (۸). نتایج تحقیقات پیشین اذعان داشتند که کاکائو و شکر بر روی تغییرات عملکرد مغزی و همچنین، تغییرات وزن مؤثر می‌باشد (۱۰-۹، ۲). به هر حال با وجود انجام آزمایش‌های بالینی متعدد بر روی مواد غذایی پرطرفدار مانند شکلات و مواد قندی، همچنان تأثیر مصرف انواع شکلات و کربوهیدرات در بازه‌ی زمانی مختلف بر تغییرات سطح فعالیت حرکتی، اضطراب، میزان مصرف مواد غذایی و تغییرات وزن بدن دارای ابهام می‌باشد. بنابراین، پژوهش حاضر مصرف حاد، تحت مزمن و مزمن حبه‌های قند (میزان بالای کربوهیدرات حدود ۱۰۰ درصد) و انواع شکلات (با درصد متفاوت کاکائو و کربوهیدرات) شامل شکلات سفید، شیری و تلخ (میزان بالای کاکائو حدود ۹۷ درصد) را بر تغییرات اضطراب، میزان غذای مصرفی و تغییرات وزن بدن در موش صحرایی بررسی نمود.

## روش‌ها

**حیوانات آزمایشگاهی:** در این مطالعه‌ی تجربی، از پنج گروه (هر گروه ۷ سر) موش صحرایی نر نژاد ویستار با میانگین وزنی (۲۵۰-۲۰۰ گرم)، خریداری شده از مؤسسه‌ی انستیتو پاستور تهران استفاده گردید. حیوانات یک هفته قبل از شروع آزمایش‌ها، در لانه‌ی حیوانات دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در شرایط نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی، دمای  $23 \pm 2$  درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت  $50 \pm 5$  درصد نگهداری شدند. آب و غذا (بر اساس پروتکل آزمایش) به آزادی در محل نگهداری حیوانات در اختیار آن‌ها قرار گرفت. تمام پروتکل‌های آزمایشگاهی تحت مصوب کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (با کد اخلاق IR.MUI.REC.1397.359) انجام شد. پنج گروه آزمایشی شامل گروه‌های با مصرف غذای استاندارد (شاهد)، ساکارز، شکلات سفید، شکلات شیری و شکلات تلخ بودند. طول دوره‌ی آزمایش، ۱۴ روز در تمامی گروه‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. آزمون رفتاری میدان

در مقایسه با گروه شاهد نداشت. از طرف دیگر، مصرف حاد و مزمن شکلات شیری، سبب افزایش معنی‌دار ( $P < 0/050$  در هر دو) تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز نسبت به گروه شکلات سفید شد (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه‌ی میانگین تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز در

گروه‌های آزمایشی در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ دوره‌ی آزمایش

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده است.

$P < 0/050^*$  در مقایسه با گروه شاهد،  $P < 0/050^{\#}$  در مقایسه با گروه ساکارز،

$P < 0/050^x$  و  $P < 0/010^{xx}$  در مقایسه با گروه شکلات سفید

همچنین، مصرف تحت مزمن (روز ۷) ساکارز و شکلات سفید، سبب کاهش معنی‌دار ( $P < 0/010$  در هر دو) تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز نسبت به گروه شاهد شد. همچنین، مصرف تحت مزمن شکلات شیری، منجر به افزایش معنی‌دار تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز نسبت به گروه‌های ساکارز و شکلات سفید گردید ( $P < 0/050$  در هر دو). تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز در گروه شکلات تلخ، افزایش معنی‌داری نسبت به گروه‌های ساکارز و شکلات سفید (به ترتیب  $P < 0/050$  و  $P < 0/010$ ) نشان داد.

**میزان مصرف غذا:** میزان مصرف غذا در طی رژیم‌های مختلف

تک غذایی، کاهش معنی‌داری ( $P < 0/001$ ) در تمامی گروه‌های آزمایشی) نسبت به گروه شاهد نشان داد؛ در حالی که میزان مصرف شکلات تلخ در طی ۱۴ روز کاهش معنی‌داری ( $P < 0/050$ ) نسبت به گروه ساکارز داشت. همچنین، میزان مصرف شکلات شیری و تلخ در طی ۱۴ روز، کاهش معنی‌داری (به ترتیب  $P < 0/010$  و  $P < 0/001$ ) نسبت به شکلات سفید نشان دادند (شکل ۳).

**تغییرات وزن بدن:** تغییرات وزن در طی هفت روز ابتدایی در

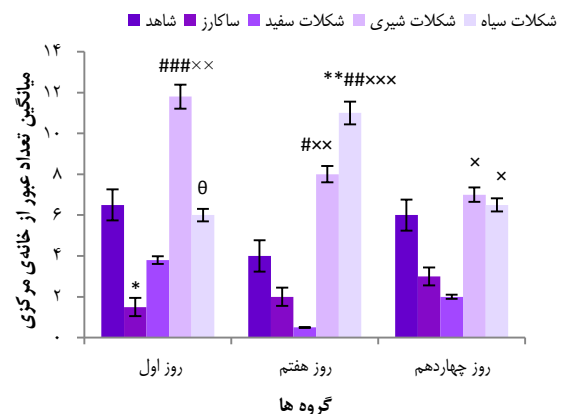
تمام انواع رژیم غذایی شامل ساکارز و انواع شکلات، تفاوت معنی‌داری بر تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز

## یافته‌ها

**میزان اضطراب در آزمون میدان باز:** شکل ۱ نشان می‌دهد که تنها مصرف حاد ساکارز (روز ۱)، سبب کاهش معنی‌دار ( $P < 0/050$ ) تعداد عبور از خانه‌ی مرکزی نسبت به گروه شاهد گردید. همچنین، مصرف حاد شکلات شیری اگرچه نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت، اما نسبت به گروه‌های ساکارز و شکلات سفید افزایش معنی‌داری (به ترتیب  $P < 0/001$  و  $P < 0/010$ ) را در عبور از خانه‌های مرکزی نشان داد. در نهایت، مصرف حاد شکلات تلخ، سبب کاهش معنی‌دار در عبور از خانه‌های مرکزی نسبت به شکلات شیری شد ( $P < 0/050$ ).

مصرف تحت مزمن شکلات شیری (روز ۷)، منجر به افزایش معنی‌دار عبور از خانه‌های مرکزی (به ترتیب  $P < 0/050$  و  $P < 0/010$ ) نسبت به گروه‌های ساکارز و شکلات سفید گردید. همچنین، مصرف تحت مزمن شکلات تلخ، سبب افزایش معنی‌دار عبور از خانه‌های مرکزی (به ترتیب  $P < 0/010$ ،  $P < 0/010$  و  $P < 0/001$ ) نسبت به گروه‌های شاهد، ساکارز و شکلات سفید شد (شکل ۱).

در نهایت، مصرف مزمن (روز ۱۴) شکلات‌های شیری و تلخ، منجر به افزایش معنی‌داری در عبور از خانه‌ی مرکزی در مقایسه با شکلات سفید گردید ( $P < 0/050$  برای هر دو) (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه‌ی میانگین تعداد عبور از خانه‌ی مرکزی میدان باز در

گروه‌های آزمایشی در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ دوره‌ی آزمایش

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده است.

$P < 0/050^*$  و  $P < 0/010^{\#}$  در مقایسه با گروه شاهد،  $P < 0/050^{\#}$ ،  $P < 0/010^{\#}$  و

$P < 0/001^{\#}$  در مقایسه با گروه ساکارز،  $P < 0/050^x$  و  $P < 0/010^{xx}$  و

$P < 0/001^{xxx}$  در مقایسه با گروه شکلات سفید،  $P < 0/050^0$  در مقایسه با گروه

شکلات شیری

**فعالیت حرکتی در آزمون میدان باز:** مصرف حاد و مزمن (به

ترتیب در روز ۱ و ۱۴) انواع رژیم غذایی شامل ساکارز و انواع شکلات، تفاوت معنی‌داری بر تعداد کل عبور از خانه‌های میدان باز

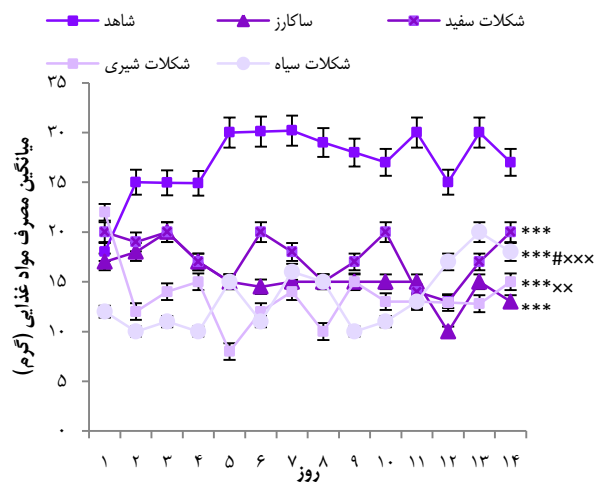
همچنین، میزان تغییرات وزن در طی هفت روز انتهایی در گروه‌های ساکارز، شکلات شیری و شکلات تلخ کاهش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد (به ترتیب  $P < 0/010$ ،  $P < 0/010$  و  $P < 0/050$ )؛ در حالی که مقایسه‌ی مشابه در گروه شکلات سفید معنی‌دار نبود.

میزان تغییرات وزن کل در تمام انواع رژیم غذایی کاهش معنی‌داری ( $P < 0/001$ ) در تمامی گروه‌های آزمایشی) نسبت به گروه شاهد نشان داد. از طرف دیگر، میزان تفاوت وزن کل در گروه شکلات سفید کاهش معنی‌داری ( $P < 0/010$ ) در مقایسه با گروه ساکارز داشت. در نهایت، میزان تغییرات وزن کل، کاهش معنی‌داری در گروه‌های شکلات شیری و شکلات تلخ ( $P < 0/010$  در هر دو) نسبت به شکلات سفید نشان داد.

### بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف حاد ساکارز، سبب افزایش اضطراب و مصرف تحت مزمن شکلات تلخ، سبب کاهش اضطراب در نمونه‌های آزمایشگاهی شد؛ در حالی که مصرف مزمن هیچ کدام از رژیم‌های تک غذایی ساکارز و انواع شکلات، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر تغییرات سطح اضطراب نسبت به شرایط نرمال نداشتند. مطالعات در مورد اثرات ساکارز بر اضطراب نتایج متناقضی را نشان می‌دهد. نتایج تحقیقی گزارش کرد که مصرف محلول ساکارز به طور خالص اضطراب‌آور می‌باشد (۱۱) که با یافته‌های بررسی حاضر هم‌راستا می‌باشد. Souza و همکاران نیز عنوان کردند که مصرف طولانی مدت رژیم غذایی پرکربوهیدرات و پرچرب به دلیل افزایش اکسیداسیون پروتئین‌ها در ناحیه‌ی پره‌فرونتال مغز، منجر به رفتارهایی مشابه اضطراب می‌شود (۱۲). در حالی که در پژوهش Chepulis و همکاران مشخص گردید که مصرف طولانی مدت کربوهیدرات، تأثیر قابل توجهی بر اضطراب و فعالیت حرکتی نداشته است (۱۳).

به هر حال، افزایش اضطراب در رژیم‌های پرکربوهیدرات و پرچرب و یا حتی ترکیب هر دو، شاید به تغییرات مدیاتورهای محیطی و مرکزی مانند کورتیکواسترون، انسولین، لپتین، سروتونین، اپوپید و دوپامین مربوط باشد (۱۱). از طرف دیگر، رژیم حاد و مزمن شکلات تلخ، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بی‌قراری و اضطراب ندارد و فقط مصرف تحت مزمن آن، سبب بروز اضطراب می‌گردد. در یک مطالعه‌ی متاآنالیز، تأثیر مصرف حاد (تنها یک روز کاکائو)، تحت حاد (مصرف ۳ روز کاکائو) و مزمن (مصرف یک هفته کاکائو) بررسی و مشخص شد که علائم اضطراب پس از مصرف حاد کاکائو تشدید شده است. اگرچه تأثیر مصرف طولانی مدت کاکائو بر اختلالات خلقی طی تحقیقات انجام شده غیر قابل استناد می‌باشد



شکل ۳. مقایسه‌ی میانگین مصرف انواع مواد غذایی در گروه‌های

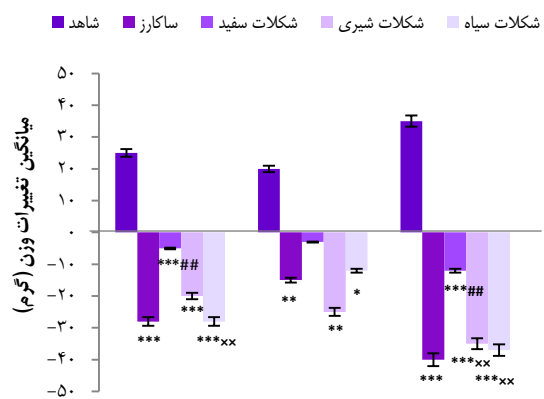
آزمایشی طی ۱۴ روز دوره‌ی آزمایش

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده است.

$P < 0/010$  در مقایسه با گروه شاهد،  $P < 0/050$  در مقایسه با گروه ساکارز،

$P < 0/010$  و  $P < 0/001$  در مقایسه با گروه شکلات سفید.

البته کمترین کاهش وزن در گروه شکلات سفید قابل مشاهده بود. از طرف دیگر، میزان تغییرات وزن در طی هفت روز ابتدایی در گروه شکلات سفید کاهش معنی‌داری را ( $P < 0/010$ ) نسبت به گروه ساکارز نشان داد. این متغیر در رژیم شکلات تلخ کاهش معنی‌داری ( $P < 0/010$ ) نسبت به گروه شکلات سفید داشت (شکل ۴).



تغییرات وزن کل تغییرات وزن در ۷ روز انتهایی تغییرات وزن در ۷ روز ابتدایی

شکل ۴. مقایسه‌ی میانگین تغییرات وزن در ۷ روز ابتدایی، ۷ روز انتهایی

و تغییرات وزن کل در گروه‌های آزمایشی

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده است.

$P < 0/050$  و  $P < 0/010$  در مقایسه با گروه شاهد،  $P < 0/010$  در مقایسه با

گروه ساکارز،  $P < 0/010$  در مقایسه با گروه شکلات سفید.

دوره‌ی آزمایش، میزان مصرف این مواد غذایی افزایش یابد، اما با مصرف ساکارز و انواع شکلات چنین نتیجه‌ای به دست نیامد. بنابراین، می‌توان این موضوع را به نوع رژیم آن‌ها یعنی تک غذایی بودن نسبت داد. به نظر می‌رسد یکی از عوامل مؤثر در کاهش وزن در رژیم تک غذایی، عدم تمایل فرد به مصرف میزان زیاد یک نوع ماده‌ی غذایی باشد (۲۷). در پژوهش حاضر، انواع مختلف رژیم تک غذایی ساکارز (کربوهیدرات) تا شکلات سفید (پرچرب و پرکربوهیدرات) و شکلات تلخ و شیرینی (غنی از کافئین و حاوی درصد کمی از کربوهیدرات و چربی) تأثیر متفاوتی بر میزان کاهش وزن نداشتند. اگرچه به نظر می‌رسد رژیم تک غذایی حاوی چربی کمتر و کاکائوی بیشتر، کاهش وزن بیشتری ایجاد می‌کند (۲۵). پیش از این، مطالعه‌ی مشخصی با هدف مقایسه‌ی میزان کاهش وزن ناشی از نوع رژیم تک غذایی صورت نگرفته است، اما خود رژیم تک غذایی صرف‌نظر از نوع ماده‌ی غذایی آن (غنی از کربوهیدرات، پروتئین یا چربی)، قادر به کاهش وزن می‌باشد (۲۸). چنانچه پیش از این نیز رژیم‌های حاوی بیش از ۳۵ درصد چربی و بدون پروتئین یا بر عکس، رژیم‌های حاوی پروتئین بالا و بدون چربی قابل توجه برای کاهش وزن استفاده شده است (۳۰-۲۹).

### نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان اضطراب با مصرف تحت مزمن شکلات تلخ و مصرف حاد ساکارز، کاهش چشمگیری داشته است. همچنین، مصرف تحت مزمن ساکارز و شکلات سفید، سبب کاهش فعالیت حرکتی نمونه‌ها شد. از طرف دیگر، رژیم تک غذایی صرف‌نظر از نوع ماده‌ی غذایی، توانست سبب کاهش وزن قابل توجه شود. البته رژیم تک غذایی شکلات با غلظت بیشتر کاکائو، سبب کاهش وزن بیشتر گردید.

### تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه‌ی مقطع دکتری عمومی به شماره‌ی ۳۹۷۴۴۳، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و همچنین گروه فیزیولوژی دانشکده‌ی پزشکی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. تأمین منابع مالی مطالعه توسط دانشگاه علوم پزشکی اصفهان صورت گرفته است.

(۱۴). به نظر می‌رسد این نتایج متناقض به مدت زمان مصرف، سن، جنسیت و نوع رژیم (تک غذایی و چند غذایی) ارتباط دارد. البته ممکن است کافئین موجود در شکلات تلخ نیز سبب تحریک‌پذیری سیستم عصبی و بروز اضطراب شود. در پژوهشی گزارش شد که کاکائو به دلیل داشتن پلی‌فنول‌ها، قادر است فقط بر روی توجیه تأثیر گذارد؛ به طوری که می‌تواند اثرات تحریک‌کنندگی کافئین را کاهش دهد (۱۵) و اضطراب را بهبود بخشد (۱۶). به نظر می‌رسد پلی‌فینیل اتیل‌آمین موجود در این ترکیبات، می‌تواند با افزایش سروتونین مغز، میزان اضطراب را کاهش دهد (۱۷).

بر اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر، میزان فعالیت حرکتی تنها در مصرف تحت مزمن ساکارز و شکلات سفید کاهش قابل ملاحظه‌ای نسبت به رژیم استاندارد داشت. بنابراین، به نظر می‌رسد میزان فعالیت حرکتی، با نوع و مدت مصرف رژیم غذایی خاص در ارتباط است (۱۹-۱۸). چنانچه تحقیقات مختلفی به تأثیر مواد غذایی، حتی بر میزان فعالیت کودکان بیش‌فعال پرداخته‌اند (۲۲-۲۰). البته نسبت به تأثیر ساکارز بر فعالیت بیش از حد نیز نتایج متناقضی ارائه شده؛ چنانچه به تأثیر مثبت کربوهیدرات بر بیش‌فعالی اشاره گردیده است (۲۲). نتایج پژوهش دیگری عنوان کرد که مصرف مزمن کربوهیدرات در رژیم غذایی، ارتباطی در تشدید فعالیت بیش از حد ندارد (۲۱). به هر حال، امروزه رژیم غذایی محدود شده شامل حذف قند و افزودنی‌ها، به عنوان یک درمان کمکی در کودکان بیش‌فعال کاربرد دارد (۲۳).

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که رژیم تک غذایی ساکارز و انواع شکلات، سبب کاهش شدید مصرف غذا و همچنین، وزن گردید. کاهش وزن در هفته‌ی اول رژیم تک غذایی در تمامی انواع غذایی به شدت بروز نمود، اما در هفته‌ی دوم از شدت کمتری در رژیم ساکارز، شکلات شیرینی و تلخ برخوردار بود. به هر حال، رژیم شکلات سفید کاهش وزن معنی‌داری در هفته‌ی دوم نشان نداد که شاید مربوط به کوهی کاکائو و چربی موجود در این نوع شکلات بوده باشد. نتایج تحقیقی نشان داد که فرآورده‌های غذایی پرکالری اصولاً دارای خاصیت اعتیادآوری جهت مصرف بیشتر هستند (۲۴). Gerhard و همکاران با انجام پژوهشی دریافتند که در رژیم پرچرب در مقابل رژیم کم‌چرب و پرکربوهیدرات، کاهش وزن کمتری بروز می‌نماید (۲۵). البته Piers و همکاران در مطالعه‌ی خود به این نتیجه رسیدند که رژیم غذایی غنی از چربی، سبب افت وزن پس از چهار هفته می‌گردد (۲۶). در تحقیق حاضر انتظار می‌رفت تا در طول

### References

1. Vergara RC, Jaramillo-Riveri S, Luarte A, Moënnelocoz C, Fuentes R, Couve A, et al. The Energy Homeostasis Principle: Neuronal Energy Regulation Drives Local Network Dynamics Generating Behavior. *Front. Comput Neurosci* 2019; 13: 49.
2. Knüppel A, Shipley MJ, Llewellyn CH, Brunner EJ.

- Sugar intake from sweet food and beverages, common mental disorder and depression: prospective findings from the Whitehall II study. *Scientific Reports* 2017; 7(1): 6287.
3. Masana MF, Tyrovolas S, Kolia N, Chrysohoou C, Skoumas J, Haro JM, et al. Dietary patterns and their association with anxiety symptoms among older adults: The ATTICA Study. *Nutrients* 2019; 11(6): 1250.
  4. Bidi A, Azekour K, Nasri I, Eddouks M, El bouhali B. Effect of Okra Mono-diet on cognitive and emotional performance of rat. *Nutricion Clinica Y Dietetica Hospitalaria* 2016; 36 (Suppl 1): 128-9 .
  5. Hart K. Fad diets and fasting for weight loss in obesity. In: Hankey C, editor. *Advanced nutrition and dietetics in obesity*. Hoboken, NJ: Wiley; 2018. p. 177-82.
  6. Neal EG, Chaffe H, Schwartz RH, Lawson MS, Edwards N, Fitzsimmons G, et al. The ketogenic diet for the treatment of childhood epilepsy: A randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2008; 7(6): 500-6.
  7. Torrico DD, Fuentes S, Gonzalez Viejo C, Ashman H, Gunaratne NM, Gunaratne TM, et al. Images and chocolate stimuli affect physiological and affective responses of consumers: A cross-cultural study. *Food Qual Prefer* 2018; 65: 60-71.
  8. Kendig MD. Cognitive and behavioural effects of sugar consumption in rodents. A review. *Appetite* 2014; 80: 41-54.
  9. Tan TYC, Lim XY, Yeo JHH, Lee SWH, Lai NM. The health effects of chocolate and cocoa: A systematic review. *Nutrients* 2021; 13(9): 2909.
  10. Kalantarzadeh E, Radahmadi M, Reisi P. Effects of different dark chocolate diets on memory functions and brain corticosterone levels in rats under chronic stress. *Physiol Pharmacol* 2020; 24(3): 185-96.
  11. Murphy M, Mercer JG. Diet-regulated anxiety. *Int J Endocrinol* 2013; 2013: 701967.
  12. Souza CG, Moreira JD, Siqueira IR, Pereira AG, Rieger DK, Souza DO, et al. Highly palatable diet consumption increases protein oxidation in rat frontal cortex and anxiety-like behavior. *Life Sci* 2007; 81(3): 198-203.
  13. Chepulis LM, Starkey NJ, Waas JR, Molan PC. The effects of long-term honey, sucrose or sugar-free diets on memory and anxiety in rats. *Physiol Behav* 2009; 97(3-4): 359-68.
  14. Fusar-Poli L, Gabbiadini A, Ciancio A, Voza L, Signorelli MS, Aguglia E. The effect of cocoa-rich products on depression, anxiety, and mood: A systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2021; 1-13. [Epub ahead of print].
  15. Boolani A, Lindheimer J, Loy B, Crozier S, O'Connor P. Acute effects of brewed cocoa consumption on attention, motivation to perform cognitive work and feelings of anxiety, energy and fatigue: A randomized, placebo-controlled crossover experiment. *BMC Nutrition* 2017; 3: 8.
  16. Pase MP, Scholey AB, Pipingas A, Kras M, Nolidin K, Gibbs A, et al. Cocoa polyphenols enhance positive mood states but not cognitive performance: a randomized, placebo-controlled trial. *J Psychopharmacol* 2013; 27(5): 451-8.
  17. Fitriasnani M, Nikmah A. The effect of chocolate consumption on the level of anxiety in primigravida third trimester pregnant women at Jatikal Health Center Nganjuk District. *STRADA Jurnal Ilmiah Kesehatan* 2020; 9(2):1056-64.
  18. Bjursell M, Gerdin AK, Lelliott CJ, Egecioglu E, Elmgren A, Tornell J, et al. Acutely reduced locomotor activity is a major contributor to Western diet-induced obesity in mice. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2008; 294(2): E251-E260.
  19. Chin EH, Schmidt KL, Martel KM, Wong CK, Hamden JE, Gibson WT, et al. A maternal high-fat, high-sucrose diet has sex-specific effects on fetal glucocorticoids with little consequence for offspring metabolism and voluntary locomotor activity in mice. *PLoS One* 2017; 12(3): e0174030.
  20. Pelsler LM, Frankena K, Toorman J, Savelkoul HF, Pereira RR, Buitelaar JK. A randomised controlled trial into the effects of food on ADHD. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2009; 18(1): 12-9.
  21. Del-Ponte B, Anselmi L, Assuncao MCF, Tovo-Rodrigues L, Munhoz TN, Matijasevich A, et al. Sugar consumption and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A birth cohort study. *J Affect Disord* 2019; 243: 290-6.
  22. Farsad-Naeimi A, Asjodi F, Omidian M, Askari M, Nouri M, Pizarro AB, et al. Sugar consumption, sugar sweetened beverages and Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Med* 2020; 53: 102512.
  23. Heilskov Rytter MJ, Andersen LB, Houmann T, Bilenberg N, Hvolby A, Molgaard C, et al. Diet in the treatment of ADHD in children - a systematic review of the literature. *Nord J Psychiatry* 2015; 69(1): 1-18.
  24. Hauck C, Cook B, Ellrott T. Food addiction, eating addiction and eating disorders. *Proc Nutr Soc* 2020; 79(1): 103-12.
  25. Gerhard GT, Ahmann A, Meeuws K, McMurphy MP, Duell PB, Connor WE. Effects of a low-fat diet compared with those of a high-monounsaturated fat diet on body weight, plasma lipids and lipoproteins, and glycemic control in type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2004; 80(3): 668-73.
  26. Piers LS, Walker KZ, Stoney RM, Soares MJ, O'Dea K. Substitution of saturated with monounsaturated fat in a 4-week diet affects body weight and composition of overweight and obese men. *Br J Nutr* 2003; 90(3): 717-27.
  27. Link R. Mono Diet Review: Purpose, Benefits, and Side Effects. Healthline [Online]. [cited 2020 Oct 1]; Available from: URL: <https://www.healthline.com/nutrition/mono-diet-review>
  28. Tay J, Thompson CH, Luscombe-Marsh ND, Wycherley TP, Noakes M, Buckley JD, et al. Effects of an energy-restricted low-carbohydrate, high unsaturated fat/low saturated fat diet versus a high-carbohydrate, low-fat diet in type 2 diabetes: A 2-year randomized clinical trial. *Diabetes Obes Metab* 2018; 20(4): 858-71.
  29. Rossner S, Hammarstrand M, Hemmingsson E, Neovius M, Johansson K. Long-term weight loss and weight-loss maintenance strategies. *Obes Rev* 2008; 9(6): 624-30.
  30. Institute of Medicine (US) Subcommittee on Military Weight Management. *Weight management: State of the science and opportunities for military programs*. Washington, DC: National Academies Press (US); 2004.



## The Effects of Acute, Sub-chronic, and Chronic Consumption of Different Kinds of Chocolate on Anxiety, Locomotor Activity, and Food Consumption in Male Rats

Ghazaleh Hadian<sup>1</sup>, Maryam Radahmadi<sup>2</sup>, Hojjatallah Alaei<sup>3</sup>, Parham Reisi<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** Different nutrients affect brain functions. This research investigated the effects of acute, sub-chronic, and chronic consumption of sucrose and different kinds of chocolate (with various cocoa and carbohydrate percentage) as portable nutrients on anxiety, locomotor activity, food consumption, and body weight differences (BWD) in male rats.

**Methods:** Thirty-five male Wistar rats (200-250 g) were divided into five experimental groups: standard food (control), dark chocolate, milk chocolate, white chocolate, and sucrose for 14 days. Anxiety and locomotor activities were evaluated on days 1, 7, and 14 using open field test (OFT). Then, food consumption and BWD were measured.

**Findings:** The sub-chronic consumption of sucrose and white chocolate significantly decreased total crossing number of OFT compared to control group. Moreover, acute consumption of sucrose tended to significant decreases in central crossing number. The sub-chronic dark chocolate consumption showed a significant enhancement of central crossing number. In different mono-diet of nutrients, the food consumption showed significant decreases in all groups compared to control group. The BWD had significant decreases in the first seven days. In addition, The BWD showed significant decreases in sucrose, milk chocolate, and dark chocolate during the final seven days.

**Conclusion:** Anxiety significantly decreased by sub-chronic consumption of dark chocolate and acute sucrose consumption. Moreover, sub-chronic sucrose and white chocolate consumption decreased locomotor activity in subjects. While, regardless of nutrient types, the mono-diet could cause major weight loss. Further weight loss occurred with a high concentration of cocoa in the dark chocolate mono-diet.

**Keywords:** Anxiety; Chocolate; Sucrose; Diet; Rats

**Citation:** Hadian G, Radahmadi M, Alaei H, Reisi P. **The Effects of Acute, Sub-chronic, and Chronic Consumption of Different Kinds of Chocolate on Anxiety, Locomotor Activity, and Food Consumption in Male Rats.** J Isfahan Med Sch 2022; 39(648): 835-41.

1- General Practitioner, Department of Physiology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Physiology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Professor, Department of Physiology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Maryam Radahmadi, Associate Professor, Department of Physiology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: m\_radahmadi@med.mui.ac.ir