

فیزیولوژی تغذیه

جلسه ششم

1

Mohsen Karamati

Department of Nutrition Sciences, Varastegan Institute for Medical Sciences, Mashhad, Iran

E-mail: karamatim@varastegan.ac.ir

**سیگنال های عصبی و هورمونی
فرستاده شده از نواحی مختلف بدن
به شبکه تنظیم اشتهای**

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین

- انسولین پلی پپتیدی است حاوی ۵۱ اسید آمینه که از سلول های بتا جزایر لانگرهانس لوزالمعده ترشح میشود.
- در طول شبانه روز، کل ترشح انسولین و غلظت انسولین در جریان خون متناسب با کل دریافت مواد غذایی (دریافت کربوهیدرات و پروتئین) و کل توده چربی بدن میباشد.
- برای مثال، گلوکز و بیشتر اسیدهای آمینه به ویژه لیزین و آرژنین موجود در مواد غذایی دریافتی بعد از جذب شدن و ورود به جریان خون سبب تحریک ترشح انسولین میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

➤ همچنین، غلظت انسولین پلاسما در حالت ناشتا و نیز بعد از مصرف مواد غذایی با میزان توده چربی بدن ارتباط دارد.

➤ این امر به دلیل آنست که هر چقدر میزان چربی در سلول های بافت چربی افزایش یابد، فعالیت آنزیم لیپاز موجود در این سلول ها نیز افزایش یافته و ورود اسیدهای چرب آزاد به داخل خون بیشتر میشود.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

- هنگامیکه غلظت اسیدهای چرب آزاد در خون بالا می رود، عضلات اسکلتی بیشتر اسیدهای چرب آزاد را از خون بر میدارند و اکسیده مینمایند.
- در نتیجه، مصرف گلوکز توسط عضلات اسکلتی کاهش یافته و غلظت گلوکز در خون بالا می رود و به این ترتیب انسولین بیشتری توسط پانکراس ترشح میشود تا غلظت گلوکز خون را در محدوده طبیعی حفظ نماید.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

■ بنابراین، توده چربی بدن بر روی غلظت انسولین اثر میگذارد و به همین دلیل است که افزایش توده چربی بدن یا به عبارت دیگر چاقی می تواند در طولانی مدت باعث بروز دیابت نوع دو شود، زیرا افزایش توده چربی سبب افزایش ترشح انسولین گردیده و بدن برای تنظیم غلظت گلوکز خون نیاز به غلظت بالاتری از انسولین در خون دارد که این امر را اصطلاحاً مقاومت نسبت به انسولین یا Insulin Resistance میگویند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

➡ هنگامیکه به دلیل بالا رفتن توده چربی بدن مقاومت نسبت به انسولین پدید می آید، سلول های بتا جزایر لانگرهانس شروع به ترشح مقادیر بیشتری انسولین مینمایند و در طولانی مدت در اثر فعالیت ترشحاتی بیش از حد تخریب گردیده و در نتیجه کاهش ترشح انسولین و دیابت نوع دو ایجاد میشود.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

■ هورمون انسولین موجود در خون از سلول های اندوتلیال مویرگ های مغزی یا به عبارت دیگر سد خونی مغزی با استفاده از یک مکانیسم انتقال قابل اشباع و از طریق گروهی از ریسپتورها که نقش حامل را بازی میکنند، عبور نموده، وارد فضای بین سلولی در مغز گردیده و در تماس با نوروها قرار میگیرد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

- این انتقال قابل اشباع انسولین از جریان خون به داخل فضای بین سلولی در مغز سریع نمیباشد و در طی یک دوره چند ساعته، بعد از اینکه غلظت انسولین خون افزایش یافت، صورت میگیرد.
- لازم به ذکر است، رسپتورهایی که در انتقال انسولین از سد خونی مغزی نقش دارند تنها به عنوان حمل کننده انسولین عمل مینمایند و با رسپتورهای انسولین که هورمون انسولین از طریق اتصال به آنها اعمال خود را انجام میدهد، متفاوت هستند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

- مطالعات مختلف نشان داده اند که انسولین بعد از ورود به فضای بین سلولی در مغز به رسپتورهای خود بر روی نورون های اورکسیجنیک شبکه تنظیم اشتها از جمله نورون های **NPY** متصل و با مهار آنها باعث کاهش اشتها میگردد.
- به همین دلیل، درحالت ناشتایی که غلظت انسولین خون پایین است، در بیماران دیابتی که دچار کمبود انسولین هستند و در زمان کاهش وزن که با کاهش غلظت انسولین خون همراه است، سنتز و ترشح **NPY** در هیپوتالاموس افزایش میابد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

➡ هورمون انسولین از طریق نوروترانسمیتر آلفا-MSH نیز باعث کاهش اشتها میشود، چرا که انسولین می تواند به رسپتورهای خود بر روی نورون های POMC متصل و با تحریک آنها باعث افزایش سنتز این نوروترانسمیتر انورکسیجینیک شود.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

■ اگرچه مطالعات مختلف نشان داده اند که تزریق انسولین در سیستم اعصاب مرکزی سبب کاهش دریافت مواد غذایی در یک روش وابسته به دوز میگردد، اما باید توجه داشت که تزریق محیطی انسولین به داخل خون، در صورتی که باعث کاهش غلظت گلوکز خون و هیپوگلیسمی شود، میتواند اشتها را تحریک نماید.

سیگنال های فرستاده شده از طریق انسولین ...

■ اثرات انسولین در کاهش اشتها می تواند هم به طور مستقیم یعنی از طریق اتصال انسولین به رسپتورهای خود بر روی نوروں های اورکسیجنیک و انورکسیجنیک و هم میتواند به طور غیرمستقیم از طریق تحریک سنتز لپتین باشد، چرا که لپتین با مکانیسم هایی که در مباحث بعدی توضیح داده میشوند، می تواند باعث کاهش اشتها شود.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لیپتین

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین

- لپتین یک پروتئین حاوی ۱۶۷ اسید آمینه میباشد که توسط بافت چربی سفید سنتز و ترشح میشود.
- عوامل مختلفی از جمله هورمون های انسولین، استروژن، گلوکوکورتیکوئیدها و هورمون رشد سنتز و ترشح لپتین را افزایش میدهند، درحالیکه کاته کولامین ها (از طریق رسپتورهای بتا-۳) و هورمون تستوسترون مانع سنتز لپتین میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

- غلظت لپتین خون با میزان توده چربی بدن ارتباط مثبت نشان میدهد و تحت تأثیر عوامل مؤثر بر سنتز لپتین به ویژه انسولین قرار دارد. به همین دلیل، غلظت لپتین خون در افراد چاق بیشتر از افراد لاغر و در افراد دیابتی دچار کمبود انسولین پایین میباشد.
- در زنان نیز غلظت لپتین سرم ۳ تا ۴ برابر مردان دارای BMI مشابه میباشد و این امر از یک سو به دلیل بیشتر بودن توده چربی و ترشح هورمون استروژن در زنان و از سوی دیگر به دلیل ترشح آندروژن ها در مردان میباشد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

► تا کنون چندین نوع رسپتور لپتینی (OB-R) شناسایی شده اند که دو نوع مهم از آنها عبارت اند از:

۱- رسپتورهای لپتینی فرم کوتاه Short Form OB_Receptors که اصطلاحاً به آنها رسپتورهای **OB-Ra** میگویند.

۲- رسپتورهای لپتینی فرم بلند Long form OB_Receptors که اصطلاحاً به آنها رسپتورهای **OB-Rb** میگویند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

- در رسپتورهای OB-Ra بخش داخل سیتوپلاسمی رسپتور حاوی ۳۲ تا ۴۰ اسید آمینه میباشد.
- این رسپتورهای OB-Ra بر روی سلول های اندوتلیال مویرگ های مغزی قرار دارند و در انتقال قابل اشباع لپتین از جریان خون به فضای بین سلولی در مغز نقش داشته و در واقع همانند یک ترانسپورتر یا انتقال دهنده عمل مینمایند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

- در رسپتورهای OB-Rb بخش داخل سیتوپلاسمی رسپتور حاوی ۳۰۲ اسید آمینه میباشد و لپتین اعمال خود را در سلول های مختلف از طریق اتصال به این رسپتورها انجام میدهد.
- برای مثال، مطالعات مختلف نشان داده اند که تزریق لپتین در سیستم عصبی مرکزی باعث کاهش اشتها و دریافت مواد غذایی در یک روش وابسته به دوز میشود که لپتین این اثرات را از طریق اتصال به رسپتورهای OB-Rb موجود بر روی نورون های شبکه تنظیم اشتها اعمال می کند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

- در حیوانات آزمایشگاهی (از قبیل موش های ob/ob) و انسان هایی که در آنها ژن لپتین دچار موتاسیون شده است، هیپرفاژی و چاقی به دلیل عدم سنتز لپتین بروز مینماید.
- در حیوانات آزمایشگاهی (از قبیل موش های db/db) و انسان هایی که در آنها ژن رسپتور لپتین دچار موتاسیون شده است نیز هیپرفاژی و چاقی بروز مینماید که این امر به دلیل عدم تشکیل رسپتورهای لپتینی و در نتیجه ناتوانی لپتین در انجام اعمال خود میباشد.
- کلیه این یافته ها بیانگر نقش لپتین در کاهش اشتها میباشد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

▶ لپتین از یک سو با اتصال به رسپتورهای OB-Rb بر روی نورون های اورکسیجنیک (از جمله نورون های سنتز کننده MCH، AgRP، NPY، اورکسین و گالانین)، باعث مهار آنها و ایجاد احساس سیری میشود.

▶ از سوی دیگر، لپتین با اتصال به رسپتورهای OB-Rb بر روی نورون های انورکسیجنیک (از جمله نورون های سنتز کننده POMC، نوروتنسنین و CRH)، باعث تحریک آنها و ایجاد احساس سیری میگردد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

➡ در بیشتر افراد چاق هیچ نقصی در ستر لپتین یا رسپتورهای لپتینی وجود ندارد، اما این افراد دچار مقاومت به لپتین یا **Leptin Resistance** بوده و در آنها غلظت لپتین سرم افزایش یافته است.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

- مکانیسم ایجاد مقاومت به لپتین در افراد چاق به شرح زیر میباشد:
- در افرادی که بیش از حد مورد نیاز مواد غذایی مصرف مینمایند، توده چربی، ترشح انسولین و سنتر لپتین افزایش یافته و غلظت لپتین خون بالا می رود.
- با بالا رفتن غلظت لپتین خون، انتقال لپتین توسط رسپتورهای OB-Ra از جریان خون به فضای بین سلولی در مغز تا زمان اشباع کلیه رسپتورها افزایش یافته و لپتین در مغز از طریق اتصال به رسپتورهای OB-Rb موجود بر روی نورون های شبکه تنظیم اشتها باعث ایجاد احساس سیری میگردد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

■ با این وجود، اگر افراد بدون توجه به این احساس سیری باز هم به دریافت مواد غذایی به میزانی بیش از حد مورد نیاز ادامه دهند، توده چربی و غلظت لپتین خون آنها بیش از پیش افزایش میابد، اما دیگر لپتین قادر به انجام وظایف خود به میزان کافی نمیشود، زیرا رسپتورهای لپتینی OB-Ra دچار تنظیم کاهشی میشوند، به طوریکه تعداد آنها برای انتقال لپتین از خون به فضای بین سلولی در مغز کاهش و در نتیجه انتقال لپتین به مغز کاهش میابد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

➡ همچنین، رسپتورهای لپتینی OB-Rb نیز دچار تنظیم کاهشی شده و مقاومت به لپتین به وجود می آید، یعنی لپتین در خون به میزان زیاد وجود دارد، اما نمیتواند به آن میزان که می بایست عمل خود را در مغز در جهت کاهش دریافت مواد غذایی انجام دهد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

■ مطالعات نشان داده اند که نسبت غلظت لپتین در مایع مغزی نخاعی به غلظت لپتین خون در افراد چاق چهار برابر کمتر از افراد لاغر میباشد، یعنی اگرچه در افراد چاق غلظت لپتین سرم بالا میباشد، اما غلظت آن به همان نسبت در مایع مغزی نخاعی بالا نرفته است و این امر بیانگر کمبود نسبی لپتین در سیستم اعصاب مرکزی و در نتیجه ایجاد مقاومت نسبت به لپتین است.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

➤ در سال ۱۹۵۳ برای اولین بار دانشمندی به نام Kennedy فرضیه لیپواستاتیک Lipostatic Hypothesis را در مورد تنظیم اشتها و دریافت مواد غذایی بیان نمود.

➤ طبق این فرضیه، توده چربی بدن از طریق سیگنال هایی که به مغز می فرستد در تنظیم مواد غذایی نقش دارد و امروزه مشخص گردیده است که این سیگنال ها همان انسولین و لپتین هستند که غلظت آنها در خون متناسب با توده چربی بدن افزایش یافته و در تنظیم اشتها و دریافت مواد غذایی نقش دارد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق لپتین ...

- لازم به ذکر است که افزایش غلظت لپتین در خون همزمان با بالا رفتن توده چربی بدن به دلیل آن است که افزایش توده چربی بدن، مطابق با مکانیسم هایی که قبلاً توضیح داده شد، باعث بالا رفتن غلظت انسولین در خون میشود و افزایش غلظت انسولین در خون نیز به نوبه خود سبب افزایش سنتز لپتین در بافت چربی و بالا رفتن غلظت آن در خون میگردد.
- باید توجه داشت که افزایش سنتز لپتین در واقع نمایانگر افزایش رونویسی از ژن لپتین که اصطلاحاً به آن Obesity gene یا Ob gene میگویند، میباشد.

**سیگنال های فرستاده شده از طریق
هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی**

سیگنال های فرستاده شده از طریق هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی

- بخش قشری غدد فوق کلیوی از سه ناحیه نسبتاً مستقل ذیل تشکیل شده است:
- ناحیه گلومروله که خارجی ترین لایه در بخش قشری غدد فوق کلیوی میباشد و هورمون های مینرالوکورتیکوئیدی (که مهمترین آنها آلدسترون است) را ترشح مینماید.
- ناحیه فاسیکوله که لایه میانی است.
- ناحیه رتیکوله که در عمق بخش قشری غدد فوق کلیوی قرار گرفته است.

سیگنال های فرستاده شده از طریق هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی ...

- هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی (که مهمترین آنها کورتیزول است) توسط ناحیه های فاسیکوله و رتیکوله ترشح میشوند، اما میزان ترشح این هورمون توسط ناحیه فاسیکوله بیشتر از ناحیه رتیکوله است.
- لازم به ذکر است که دو ناحیه فاسیکوله و رتیکوله مقداری آندروژن نیز ترشح مینمایند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی ...

➤ مطالعات مختلف نشان داده اند که هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی باعث افزایش اشتها و دریافت مواد غذایی میشوند.

➤ در واقع، هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی از طریق اتصال به رسپتورهای خود از یک سو باعث کاهش سنتز نوروترانسمیتر انورکسیجینیک CRH و از سوی دیگر باعث افزایش سنتز نوروترانسمیتر اورکسیجینیک NPY میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق هورمون های گلوکوکورتیکوئیدی ...

- هنگامیکه گلوکوکورتیکوئیدها به افراد تجویز میشوند و یا به دلیل سندرم کوشینگ ترشح گلوکوکورتیکوئیدها در بدن افزایش میابد، میزان اشتها و مصرف مواد غذایی نیز افزایش پیدا می کند.
- درحالیکه، در بیماری آدیسون که بخش قشری غده فوق کلیوی دچار کم کاری شده و در نتیجه ترشح گلوکوکورتیکوئیدها کاهش یافته است، بی اشتهایی یا Anorexia ایجاد میگردد.

سیگنالهای فرستاده شده از طریق هورمون های جنسی

سیگنالهای فرستاده شده از طریق هورمون های جنسی

- آندروژن ها سبب افزایش سنتز نوروترانسمیتر اورکسیجنیک NPY در شبکه تنظیم اشتها و در نتیجه باعث افزایش اشتها و دریافت مواد غذایی میگردند.
- درحالیکه، هورمون استروژن سبب کاهش سنتز نوروترانسمیتر اورکسیجنیک NPY در شبکه تنظیم اشتها و بنابراین باعث کاهش اشتها و دریافت مواد غذایی میشود.

سیگنالهای فرستاده شده از طریق هورمون های جنسی ...

- در زنانی که تخمدان های آنها برداشته شده است یا به عبارت دیگر عمل Ovariectomy بر روی آنها صورت گرفته است، مصرف مواد غذایی افزایش میابد و این زنان دچار اضافه وزن میشوند.
- تجویز طولانی مدت و ممتد استروژن به نحوی که غلظت استروژن را در خون در سطح فیزیولوژیک حفظ نماید نیز باعث کاهش اشتها میشود، درحالیکه تجویز کوتاه مدت استروژن چنین اثری ندارد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها

- سیتوکین ها پروتئین های کوچکی هستند که عمدتاً توسط سلول های سیستم ایمنی از جمله لنفوسیت ها، مونوسیت ها، ماکروفاژها، نوتروفیل ها و همچنین توسط برخی از سلول هایی که در سیستم ایمنی دخالت ندارند از جمله سلول های اندوتلیال و فیبروبلاست ها سنتز و ترشح میشوند.
- تاکنون بیش از ۱۰۰ سیتوکین در انسان ها شناخته شده است که از جمله این سیتوکین ها میتوان به اینترلوکین های نوع ۱ تا ۱۸ (IL-1 تا IL-18)، فاکتورهای نکروز کننده تومور یا Tumor Necrosis Factors (TNF) و اینترفرون ها Interferons (INF) اشاره کرد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

➤ مطالعات مختلف نشان داده اند که سیتوکین ها هم در سلامت و هم در بیماری می توانند بر روی شبکه تنظیم اشتها اثر بگذارند.

➤ برای مثال، سیتوکین های مختلف از جمله IL-1، IL-6، TNF- α و INF- α با اثر بر روی شبکه تنظیم اشتها باعث کاهش اشتها و دریافت مواد غذایی میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

➤ در افراد بیمار به ویژه افراد مبتلا به بیماری های عفونی و التهابی و همچنین سرطان، اغلب کاهش اشتها و دریافت مواد غذایی ایجاد شده و بعد از مدتی کاهش وزن مشاهده میگردد که این امر به دلیل افزایش سنتز و ترشح سیتوکین ها در این بیماران است.

➤ اگرچه تزریق محیطی و مرکزی سیتوکین ها باعث کاهش اشتها میشود، اما میزان این کاهش اشتها بر حسب نوع سیتوکین و دوز تجویزی متفاوت میباشد.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

■ سیتوکین ها به چند طریق بر روی شبکه تنظیم اشتها اثر میگذارند که عبارتند از:

■ (الف) سیتوکین ها می توانند در بافت های مختلف به رسپتورهای خود بر روی اعصاب آوران، از جمله اعصاب آوران واگی، متصل و با تحریک این اعصاب موجب انتقال سیگنال های عصبی به شبکه تنظیم اشتها و در نتیجه کاهش اشتها شوند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

➡ (ب) سیتوکین ها میتوانند با عبور از سد خونی مغزی وارد فضای بین سلولی در مغز شده و مستقیماً به رسپتورهای خود بر روی نورون های شبکه تنظیم اشتها متصل گردند و به دو طریق موجب بی اشتهايي شوند:

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

➡ **اولا**، سیتوکین ها با اتصال به رسپتورهای خود بر روی نوروں های انورکسیجنیک (از جمله نوروں های نورآدرنرژیک، سروتونرژیک، هیستامینرژیک و نوروں های ترشح کننده CRH) باعث تحریک این نوروں ها و در نتیجه بی اشتهایی میشوند.

➡ **ثانیا**، سیتوکین ها با اتصال به رسپتورهای خود بر روی نوروں های اورکسیجنیک (از جمله نوروں های ترشح کننده NPY) باعث مهار این نوروں ها و در نتیجه بی اشتهایی میگردند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

➤ (ج) سیتوکین ها همچنین با افزایش بیان ژن لپتین و در نتیجه افزایش سنتز لپتین و غلظت آن در خون می توانند موجب کاهش اشتها شوند.

➤ (د) سیتوکین ها با تحریک ترشح هورمون هایی از قبیل CCK و انسولین نیز می توانند موجب بی اشتهايي شوند.

➤ (ه) سیتوکین ها با کاهش حرکات معده و کند شدن تخلیه آن نیز در کاهش اشتها نقش دارند.

سیگنال های فرستاده شده از طریق سیتوکین ها ...

■ سیتوکین ها باعث کاهش اندازه هر وعده غذایی (Meal Size) میشوند و هنگامیکه غلظت آنها در خون به میزان قابل توجهی بالا رود، باعث کاهش تعداد دفعات مصرف مواد غذایی (Meal Frequency) و طولانی شدن فواصل بین وعده های غذایی نیز میگردند.

**سیگنال های فرستاده شده از مرکز
تنظیم درجه حرارت بدن در
هیپوتالاموس خلفی**

سیگنال های فرستاده شده از مرکز تنظیم درجه حرارت بدن در هیپوتالاموس خلفی

➤ در بافت های مختلف بدن گیرنده های حرارتی وجود دارند که این گیرنده ها شامل گیرنده های گرما و سرما میباشند.

➤ هنگامیکه این گیرنده ها در اثر تغییر درجه حرارت بافت ها تحریک میشوند، سیگنال های خود را به هیپوتالاموس خلفی فرستاده و آنگاه سیگنال های عصبی از هیپوتالاموس خلفی به بافت های مختلف بدن فرستاده میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از مرکز تنظیم درجه حرارت بدن در هیپوتالاموس خلفی ...

➤ در صورتیکه درجه حرارت بدن بالا رفته باشد، این سیگنال های عصبی از طریق تحریک مکانیسم های کاهش دهنده درجه حرارت بدن همانند گشاد شدن عروق پوستی، تعریق و غیره سبب کاهش درجه حرارت بدن میشوند.

➤ اگر درجه حرارت بدن کاهش یافته باشد، این سیگنال های عصبی از طریق تحریک مکانیسم های افزایش دهنده درجه حرارت بدن همانند تنگ شدن عروق خونی پوست و غیره باعث افزایش درجه حرارت بدن میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از مرکز تنظیم درجه حرارت بدن در هیپوتالاموس خلفی ...

- هنگامیکه درجه حرارت بدن بالا می رود، هیپوتالاموس خلفی علاوه بر موارد مذکور، با ارسال سیگنال هایی به شبکه تنظیم اشتها سبب کاهش اشتها و دریافت مواد غذایی و در نتیجه کاهش اثر گرمزایی ناشی از مصرف مواد غذایی میگردد تا به این ترتیب نیز موجب کاهش ایجاد حرارت در بدن شود.
- درحالیکه، هنگام پایین آمدن درجه حرارت بدن، سیگنال های فرستاده شده از هیپوتالاموس خلفی به شبکه تنظیم اشتها باعث افزایش اشتها و مصرف مواد غذایی و در نتیجه افزایش تولید حرارت در بدن میشوند.

سیگنال های فرستاده شده از مرکز تنظیم درجه حرارت بدن در هیپوتالاموس خلفی ...

این مطلب که کاهش درجه حرارت بدن باعث تحریک اشتها و افزایش درجه حرارت بدن باعث کاهش اشتها میشود اولین بار توسط Strominger و Brokbeck در سال ۱۹۵۳ تحت عنوان فرضیه ترموستاتیک **Thermostatic Hypothesis** تنظیم اشتها مطرح گردید.

باید توجه داشت که تغییرات درجه حرارت محیط و در نتیجه تغییرات درجه حرارت بدن فقط بر روی اندازه وعده های غذایی تأثیر میگذارد و بر روی تعداد دفعات مصرف مواد غذایی اثری ندارد.

References

- Stipanuk, M. H., & Caudill, M. A. (2013). Biochemical, physiological, and molecular aspects of human nutrition. Elsevier Health Sciences.