مگس میوه

شش جایزه نوبل

دکترمحمدحسن هدایتی اُمامی
متخصص داخلی - غدد
تیرماه ۱۳۹۹

Drosophila melanogaster

گوئی دنیا آمده تا یاور دانشمندان باشد.

چرا مگس میوه این همه ارج و قیمت دارد؟

اسم علمی مگس میوه، "*Drosophila melanogaster*" است. شصت درصد DNA آن، با انسان مشترک است. فرصت ذیقیمتی است برای پژوهش در مورد بسیاری از مسائل انسان در سلامت و بیماری. با اطلاعاتی که تاکنون به دست آمده، بیماری های متنوع از سرطان ها، اوتیسم، تا دیابت و بسیاری از بیماری های دیگر را درمان می کنند.

اگر *"در هوای پری، مگسی باشی"* *"مناجات نامه" خواجه عبداله انصاری*	
نیستم مگر من *مگسی چون تو؟* *یا نیستی مگر تو* *آدمی‌ای چون من؟*	***Am not I*** ***A fly like thee?*** ***Or art not thou*** ***A man like me?***
ویلیام بلیک ▪ *جزیره‌ای در ماه (گزیده اشعار عاشقانه)* **برگردان هوشنگ رهنما. تهران: نشر هرمس، ص ۷۱ و ۷۲**	

خواجه عبداله انصاری بیش از هزارسال پیش، گوئی متوجه شباهت هائی بنیادی بین انسان و مگس شده بود. ویلیام بلیک هم دویست سال قبل در این چهار بیت شعر خود به نام " مگس"، گوئی این امر را پیشگوئی کرده بود. انسان خردمند (*Homo sapiens*) و این حشره پرنده در ظاهر شباهت ناچیزی با هم دارند. لیکن خواجه انصاری و ویلیام بلیک در این باره تردید داشتند. آن ها می توانست شباهت ها را ببینند. اکنون علم می گوید که شاید حق با آنان بوده است. ماده ژنتیکی انسان و این مگس "ناچیز"، حدود ۶۰٪ یکسان است. چند سا ل پیش در جریان اعطای یک جایزه نوبل دیگر به دانشمندانی که روی این حشره کار کرده بودند، روی همین نکته تاکید شد. این سه دانشمند، Jeffrey Hall ، Michael Rosbash، و Michael Young دست به پژوهشی خلاقانه زده بودند.

روی مکانیسم های مولکولی که ریتم شبانه روزی یا همان ساعت بدن را تحت کنترل خود دارد، تحقیق می کردند. بخش اعظم این پژوهش ها روی مگس میوه انجام شده است.

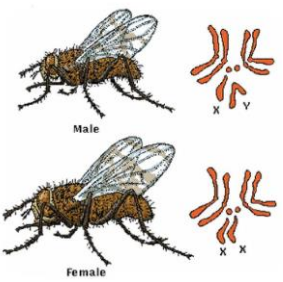
این اولین بار نیست که دانشمندان علاقمند به مگس میوه، جایزه نوبل می گیرند. قبلا پنج جایزه نوبل دیگر نصیب آن ها شده است. همه آن ها برای رمز گشائی از رازهای فیزیولوژی انسان و بیولوژی در کل، کار روی مگس میوه را انتخاب کرده بودند.

از نامش پیداست. دلباخته میوه، مخصوصا میوه های رسیده اند. تابستان ها پیدا می شوند. روی سیب، گلابی، هلو، میوه های مشابه آن، و نوشابه های شیرین می نشینند. کشاورزان آن را انگل می دانند، زیرا در میوه های در حال رسیدن تخم می گذارد. نه تنها ضرری برای انسان ندارند، بلکه دارای ویژگی های بسیار اند. وسیله خوبی هستند برای پژوهش در باره بسیاری از پدیده های زیستی از اکولوژی تا الکلیسم. از این نظر برای انسان بسیار مفیدند.

Classification
Domain: Eukarya
Kingdom: Animalia
Phylum: Arthropoda
Class: Insecta
Order: Diptera
Family: Drosophilidae
Genus: Drosophila (“dew lover”)
Species: melanogaster (“dark gut”)

چرا دانشمندان مشتاق کار با دروزوفیلا ملانوگاستر هستند؟

- اول. بسیاری از ژن های مگس میوه، تقریبا بدون تغییری چندان، در انسان هم ماندگار شده است. می گویند ۶۰ درصد تشابه با ژن های انسان دارد.



- دوم. تنها چهار کروموزوم دارد. لذا مطالعه روی آن از همان ابتدا راحت بود، و اکنون که تمام ژنوم آن را رمز گشائی و تعیین کرده اند، کار ها بسیار آسان تر شده است.
- سوم . موجودی "ریز" است . نگه داریش کم هزینه است. غذایش ارزان است و به راحتی فراهم می شود. در یک لوله کوچک هم، می توان از آن ها پذیرائی کرد. به تعداد آدم های ساکن تهران می توان در یک آزمایشگاه، مگس میوه نگه داری کرد. تمام خود این حشره در یک میدان میکروسکوپی قابل دیدن است. می توان چند تای آن را روی لام مثلاً با کمی گاز CO_2 برای چند دقیقه بیهوش نگه داشت.
- چهارم. دو ماه عمر می کنند. زود بالغ می شوند. زود به تخم ریزی می رسند. چرخه تولید مثل آن ها حدود ده روز است. پر زاد و ولد اند. یک ماده و یک نر را در لوله آزمایش بگذارید، دو هفته دیگر نسلی تازه از آن ها را در اختیار دارید. کمی پس از سه هفته، پدر بزرگ و مادر بزرگ می شوند. وقتی آن را با حیوانات آزمایشگاهی دیگر، مثلا موش، مقایسه بکنید، متوجه مزیت فوق العاده خوب آن ها می شوید. پژوهشی که در حیوانات چندین و چند ماه ، آن هم با هزینه ای هنکفت، وقت می گیرد، در مگس های میوه در عرض چند هفته به نتیجه می رسد.

- **پنجم. مگس میوه نر و ماده "باکره" را می توان از روی ظاهرشان از مگس های جفت گیری کرده باز شناخت. این امر کار بررسی ژنتیکی را بسیار راحت می کند.**
- **ششم. هیچ سازمانی مدافع حقوق حشرات نیست. به محض آن که طرح تائید و بودجه که معمولا چندان زیاد نیست، فراهم شد، می توان کار را شروع کرد.**
- **هفتم. برای بررسی های ژنتیکی ایده آل است. بسیار جهش پذیر است. راحت می توان جهش ها را چه به تنهائی و چه در همگامی با مجموعه ژن های دیگر مورد بررسی قراد داد. روندهای زیستی پیچیده را رمزگشائی کرد. نتایج را می توان در مطالعه روی حیوانات رده های بالاتر مورد استفاده قرار داد.**

اکنون آزمایشگاه ها هر یک ده ها هزار لوله، که خانه صد ها واریته مگس میوه است در اختیار دارند، دانشمندان مشغول مطاله این مگس ها برای رمز گشائی از مسائل تندرستی انسان هستند و/یا در مورد زیست شناسی بنیادی تحقیق می کنند. تاکنون دستاوردهای بزرگ، فراوان به دست آورده اند. بعضی از آن ها موجب تغییرات بنیادی در دانش ما درباره زیست شناسی شده اند. به دانشمندانی که روی این مگس کار می کنند، تاکنون شش جایزه نوبل داده اند.

مگس میوه مخالفینی هم دارد. خیلی ها می گفتند، کار روی این مگس را رها کنند. پول را هدر ندهید. به کار های اساسی تری بپردازید. حتی گوئی خود دانشمندان هم چندان به نتایج کار روی این پرنده ریز خشنود نیستند. برنده جایزه

نوبل ۲۰۱۷، می گوید وقتی ساعت پنج صبح تلفنش زنگ زد، به خود گفت باز یک خبر بد! این وقت صبح معمولا خبر ها، بسیار ناخوشایندند. لیکن وقتی فهمید یکی از برندگان جایزه نوبل سال است. بسیار شگفت زده شد. آن هم جایزه نوبل به خاطر کار روی یک مگس!

کار روی مگس میوه کشف های دوران ساز در زمینه زیست شناسی و گرفتن جایزه نوبل		
نقش کروموزوم در توارث	Thomas Hunt Morgan	۱۹۳۳
استفاده از پرتو x برای افزودن بر میزان جهش ها	Hermann Joseph Muller	۱۹۴۶
نقش ژنتیک در رشد و نمو جنین	Edward B Lewis, Christiane Nüsslein-Volhard, Eric F Wieschaus	۱۹۹۵
گیرنده های بویائی و تشکیلات دستگاه بویائی	Richard Axel	۲۰۰۴
چگونگی فعال شدن ایمنی ذاتی	Jules A Hoffmann	۲۰۱۱
مکانیسم مولکولی ریتم شبانه روزی(ساعت بدن)	Jeffrey C Hall, Michael Rosbash Michael W Young	۲۰۱۷

اوایل قرن بیستم تازه کشفیات گرگور مندل را دوباره کشف کرده بودند. دانشمندان هنوز تصوری از چگونگی توارث نداشتند. در همین سال ها (۱۹۰۸)

بود که جنین شناس آمریکائی، Thomas Hunt Morgan کار پژوهشی با این مگس را شروع کرد. علاقه اش در باره رشد و نمو جنین بود.

September 25, 1866
December 4, 1945

در باره نقش کروموزوم در توارث کنجکاوی ها شروع شده بود و مورگان هم به این سو تمایل پیدا کرد. در این سال ها او به قوانین مندل اعتقاد چندانی نداشت، و اندیشه های داروین در باره انتخاب طبیعی را هم نمی پذیرفت. لیکن کار بر روی همین مگس وی را متقاعد کرد که هر دو نظر درست است.

دو سال تمام تقریبا بدون نتیجه ای شایسته، کار روی این مگس را ادامه داد. آنگاه در بین مگس های چشم قرمز طبیعی، مگس هائی پیدا شدند با چشمانی به رنگ سفید. مطالعه همین مگس های چشم سفید بود که کشف های تازه ای نصیب او کرد و بنیاد تصوراتش در هم ریخت و پذیرفت هم مندل درست می گوید، هم داروین. او توارث وابسته به جنس را کشف کرد و متوجه شد که کروموزوم ها در تعیین جنسیت نقش اساسی دارند. نظریه مندل را بر مبنای یافته های تازه، گسترش داد و در ۱۹۱۵ نظریه خود در باره "مکانیسم توارث مندلی" را منتشر کرد. او بود که برای اولین بار گفت ژن حامل و ناقل اطلاعات ارثی است. برخی از صفات و خصوصیات، وابسته به جنس است. و در هنگام تولید مثل، کروموزوم ها تغییر می کنند و خصوصیات فرد هم در اثر آن، دستخوش تغییر می شود. مورگان به خاطر کشف نقش کروموزوم در توارث، جایزه نوبل

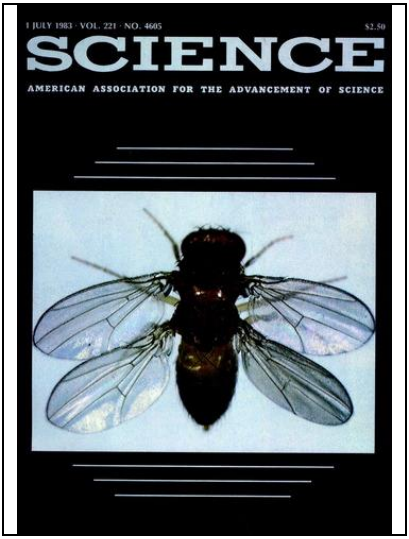
پزشکی ۱۹۳۳ را دریافت کرد. یادمان باشد که هنوز مارپیچ DND کشف نشده بود. واتسون و کریک در ۱۹۵۳ در مقاله ای در Nature این کشف خود را اعلام کردند.

December 21, 1890
April 5, 1967

دانشمندی دیگر کار روی مگس میوه را از منظری دیگر شروع کرد. Hermann **Muller** مگس میوه، تخمک و اسپرم دروزوفیلا را در معرض پرتو X قرار داد. مگس های مانده در زیر پرتو X را وادار به جفت گیری کرد و متوجه شد که فرزندان آن ها دارای جهش های بسیار اند. در عرض چند ماه بسیار بیش از جهش هائی که تا آن زمان در آزمایشگاه های دروزوفیلا یافته بودند، جهش های تازه ایجاد کرد. تا آن زمان کسی نمی دانست جهش ها چگونه بوجود می آیند و چه عواملی در پیدایش آن ها نقش دارند. با این کار او، برای اولین بار علتی برای جهش ها پیدا شده بود. کار او دانشمندان را متوجه امکانات گسترده کار در علم ژنتیک کرد. او به خطرات پرتو **X** هم توجه کرد. پیش از هر کسی دیگر به خطرات پرتو **x** برای انسان پی برده بود. در خطابه دریافت جایزه نوبل در ۱۹۴۶، مخالفت خود، به انداختن بمب های اتمی بر دو شهر ژاپن در سال ۱۹۴۵، اعتراض کرد.

از آن پس تا دهه هفتاد هم، کار روی دروزوفیلا ادامه داشت. جهش هائی تازه ای ایجاد کردند. اثرات آن ها را شناختند. دانستند که این جهش ها، کار ژن ها را تغییر می دهند یا به کلی نقش ژن هائی را حذف می کنند. برای کار با این مگس، فوت و فن های راحت تر و کارآمدتری فراهم شد. دانستنی های مهم و خوبی فراهم شد، ولی دست آورد دوران سازی نداشت. به نظر می رسید که کار با این مگس به آخر خط رسیده است. دانشمندان به سوی کار بر روی ویروس ها، باکتری ها و قارچ ها جلب شده بودند.

در دهه هفتاد و هشتاد، نظر ها به رشد و نمو و تکوین یاخته ها، بافت ها و اعضاء جلب شد. ژنتیک دانان، جنین شناسان و زیست شناسان مولکولی دست در دست هم دادند، و بار دیگر کار با این مگس اوج گرفت. زیست شناسان مولکولی حالا می توانستند با سهولت، مولکول ها را دگرگون کنند. بالاخره دانشمندان از دشواری های ایجاد جهش یا انتظار برای پیدایش جهش خودبخودی خلاص شدند. سرآمد این دانشمندان Ed Lewis بود که با جهش هائی که ایجاد می کرد، توانست تغییرات عجیب و غریبی درشکل بدن مگس ایجاد کند. ادوارد لویس، مگس های دارای جهش را وادار به جفت گیری با هم می کرد. در یکی از این آزمایش ها، مگس میوه ای



متولد شد که دارای چهار بال بود. بخشی از قفسه سینه مگس تشکیل نشده بود و به جای آن بخش قفسه سینه دارای بال، تکرار شده بود. عکس این مگس در همان سال ها روی جلد مجله **Science** چاپ شد. او نتیجه گرفت که جهشِ تنها در یک ژن نمی تواند تغییراتی چنین بزرگ ایجاد کند؛ آن ژن جهش یافته باید در فرایندهای مرکب و پیچیده ای دخالت داشته باشد و کنش/ واکنش های چندجانبه ای را رهبری کند.

در این پژوهش ها متوجه شدند برای شکل گیری سر، سینه، شکم، بال ها و پاها مجموعه ژن هائی وجود دارد. ایجاد جهش یا حذف این ژن ها، تغییراتی عجیب و غریب در بدن مگس ایجاد می کند. این شکل های عجیب و غریب چرا بوجود می آید؟ آیا مبنای ژنتیک دارد؟ کدام ژن ها و مواد در این کار دخالت دارند؟

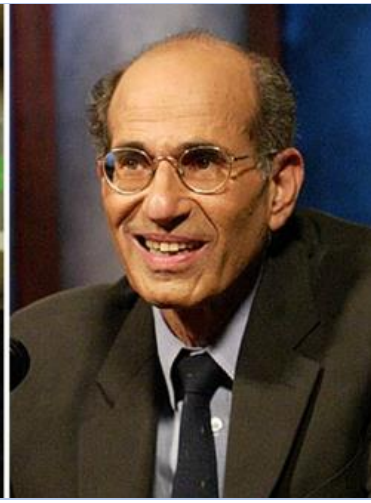
Edward B. Lewis
(20 May 1918- 21 Jul 2004)

Christiane Nüsslein-Volhard
(Born 20 Oct 1942)

Eric F. Wieschaus
(Born 08 Jun 1947)

در همین زمان ها بود که دو دانشمندChristiane Nüsslein-Volhard وEric Wieschaus در آزمایشگاه کوچکی در آلمان، هزاران مگس با بدن ناقص و معیوب را مورد بررسی ژنتیک قرار دادند. و ژن های بسیاری یافتند که در رشد و نمو و تکوین بافت و اعضاء این حشره دخالت دارند. جایزه نوبل ۱۹۹۵ به این سه دانشمند داده شد.

مغز چگونه دنیای بیرون را می فهمد؟ وقتی به رفتار حیوانات توجه می کنید متوجه می شوید که آن ها در محیطی که زندگی می کنند تنها بخشی از آن را که در پیرامون شان هست، درک می کنند، و هریک از آن حیوانات، درک متفاوتی از آن دارند. بنابراین کار مغز آن نیست که تصویری دقیق از جهان ضبط کند، بلکه تصویری از منتخب های خود را می سازد. بخش هائی را انتخاب می کند. بنابراین از نظر زیست شناسی، واقعیت همان است که مغز می تواند از جهان پیرامون خود بسازد، و این کار مغز، توسط ژن ها انجام می شود. اگر واقعا ژن ها فرمانروای آن چیزهائی هستد که ما از جهان پیرامون خود درک می کنیم، پس با کنجکاوی در مورد کار آن ژن ها می توانیم بفهمیم که جهان بیرون چگونه در مغز انعکاس پیدا می کند. Richard Axel که در این باره کار کرده است می نویسد " با Linda Buck کار را با درک بوی مواد شروع کردیم. موجودات مولکول های بودار بسیار زیادی را درک می کنند. به خود گفتیم باید خانواده بزرگی از ژن ها در این کار دخالت داشته باشند. در موش حدود ۱۰۰۰ ژن برای گیرنده های بویائی پیدا کردیم. نشان دادیم که لااقل حس بویائی با دخالت ژن



Linda Buck Richard Axel

ها است که می تواند بوی هائی بسیار متنوع را درک کند." برای کنجکاوی بیشتر و بهتر به مگس میوه برگشتند. گیرنده های بویائی و ژن های مربوط به آن ها را در مگس میوه پیدا کردند و خود این دانشمندان و دانشمندان دیگر، ابعاد متنوع تاثیر این ژن ها بر رفتار مگس ها و حیوانات دیگر را بررسی کردند و ژن ها، مولکول ها، و نرون ها و ارتباطات وسیع نرون های بخش های مختلف مغز را خوب شناختند. و رشته نوروسیانس را پایه گذاری کردند و گسترش دادند.

در دهه هشتاد، Jules A. Hoffmann مشغول کار روی ایمنی حشرات شد. دو پپتید ایمنی تازه (پروتئینی کوچک) در مگس سبز پیدا کرد؛ این دو ماده اختصاصاً ضد باکتری های گرم مثبت بودند. معلوم شد که حشرات هم همانند انسان چنین پروتئین هائی دارند. گروه تحت سرپرستی او می توانستند بررسی را

روی همین و حشرات دیگر ادامه بدهد. یکی از همکاران به ذرات بال مگس سبز آلرژی شدیدی پیدا کر و آن ها مجبور شدند مگس میوه را انتخاب کنند.

هوفمن در جریان مطالعه پاسخ های ایمنی مگس میوه یک "راه ارسال فرمان داخل یاخته ای" کشف کرد که مسئول تنظیم ژنی به نام drosomycin بود. این ژن پپتیدی ضد قارچ را رمزگذاری می کند. شروع به دستکاری این راه و این زن کردند. یکی از این راه های ارسال فرمان، Toll نامیده می شدو معلوم شد که با ایجاد جهش هائی در ژن مربوط به مولکول هایش، مگس میوه در پی آلوده شدن به قارچ می میرد. این کشف بزرگی بود زیرا ثابت شد که راه تال به عنوان حس کننده میکروب کار می کند و در حضور میکروارگانیسم های بالقوه خطرناک مولکول های "ارسال فرمان داخل یاخته ای" را به فعالیت وامی دارد و محرکی می شود برای تولید پپتیدهای ضد میکربی که توان نابود کردن عامل های عفونی را دارند. به عبارت دیگر، مگس میوه دارای دستگاه ایمنی ذاتی است. با این کشف خود آنان و دانشمندان دیگر در این باره تحقیق کردند و متوجه شدند که در همه حیوانات دارای دستگاه ایمنی ذاتی هستند.

Jules A. Hoffmann

2 August 1941-

در اواخر قرن بیستم کل ژنوم مگس میوه را تعیین کردند و در اوایل قرن بیست و یک، کل ژنوم انسان رمزگشائی و تعیین شد. اکنون دانشمندان می گویند که در ۷۵ ٪ موارد ژن های معیوب بیماری زا در انسان، ژن همترازی در مگس میوه دارد. این موارد دامنه ای وسیع از سندرم داون، تا آلزهایمر، اوتیسم، دیابت شیرین و سرطان ها را در بر می گیرد. Steve Jones ژنتیک دان می گوید:" گوئی این حشره طراحی شده است تا یاور دانشمندان باشد."

یکی از این کشفیات، ژن های موثر بر رشد آکسون هاست. با افزایش سن، اکسون ها فرسوده می شوند، در آلزهایمر و سایر بیماری های دژنراتیو، دژنرسانس اکسون ها، پرشتاب تر و شدید تر می شود. البته در مگس میوه نمی توان پیچیدگی های کار مغز انسان را مشاهده کرد، لیکن تغییرات بیوشیمیائی و ساختاری اکسون های مغز را می توان خوب مطالعه کرد. می توان فهمید اطلاعات چگونه درک و پردازش می شوند، چگونه ژن هائی خاص باعث دژنرسانس عصب ها می شوند، بخش های مختلف مغز چگونه به هم وصل می شوند، و کدام محصول ژن ها و زنجیره رویدادهای مربوط به اثر ژن ها، بر رفتار تاثیر دارد. میتوان نرون دروزوفیلا را کشت کرد و نقش عوامل مختلف در شکل گیری، و دوام یا فرسودگی اکسون های آن را مورد پژوهش قرار داد، و دیدی تازه در باره بیماری های دژنراتیو اعصاب بدست آورد.

نمونه دیگر مرگ یاخته هاست. آپپتوز رویداد زیستی طبیعی است که در همه موجودات زنده ، از کرم ها تا انسان ها اتفاق می افتد. در واقع مرگی خود خواسته و یکی از بنیاد های زندگی است. این پدیده هم، اولین بار در مگس میوه

کشف شد. وقتی یاخته ای آسیب می بیند، خود، شرایط مرگ خود را فراهم می کند، ماشه را می کشد، بدن از دست آن یاخته معیوب خلاص می شود و موجود، به زندگی خود ادامه می دهد. در یاخته های سرطانی این ماشه کشیده نمی شود. یاخته معیوب نمی میرد، به رشد و تکثیر خود ادامه می دهد و تومور سرطانی بوجود می آید. در مگس میوه بود که متوجه شدند در این امر هم مولکول های به نام "پروتئین های مهار کننده آپپتوز" (Inhibitors of Apoptosis Proteins= IAPs) دخالت دارند. مانع مرگ یاخته می شوند. به عبارت دیگر هرگاه مقدار IAPs زیاد شود، آپپتوز روی نمی دهد و سرطان گسترش می یابد. اکنون دانشمندان در جستجوی داروهائی هستند که IAPs را مهارکنند و اجازه بدهند آپپتوز کار خودش را بکند. راه امید بخشی است، ولی پیچیدگی آپپتوز در انسان بسیار زیاد است. تاکنون داروئی که از نتایج این نوع مطالعه روی دروزوفیلا بدست آمده باشد، برای درمان سرطان ساخته نشده است.

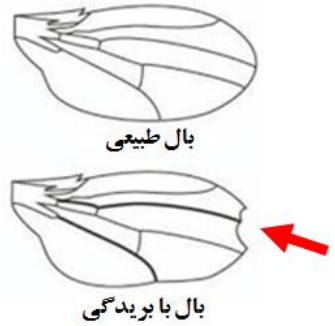
ماده ای دیگر که در مگس میوه مفصل مورد بررسی قرار گرفت، ژن Neurexin (NRXN1) است. جهش مربوط به این عارضه، اولین بار در خانواده ای اسکاتلندی کشف شد. افرادی از این خانواده دچار مشکلات عقلی متنوع از کم تا زیاد بودند و معلوم شد دچار جابجائی کروموزم ۱:۱۱ هستند. ژن مربوطه را DISC1 نامیدند. به زودی معلوم شد مگس میوه هم دارای چنین ژن هائی هست. با تعامل ژن DISC1 و ژن dRXN1 که همتراز ژن NRXN1 انسان است، سیناپس های glutamatergic تشکیل می شود. پس از آن ژن ها، بسیاری یافته

اند و دانشمندان رشته های مختلف سرگرم کنجکاوی در باره کار مغز و بیماری های آن در سایه یافته های بدست آمده از پژوهش ها در مگس میوه هستند.

Jeffrey C Hall Michael Rosbash Michael W Young

مگس میوه هم، نیاز به خواب دارد. معلوم شد بسیاری از پدیده های فیزیولوژیک خوابِ این مگس با انسان مشترک است. شب ها می خوابند. قهوه آن ها را بیدار نگه می دارد. حتی ممکن است بی خواب شوند. خواب توسط دو جریان اصلی متضاد، ساعت شبانه روزی و میل هوموستاتیک به خواب، تنظیم می شود. هر دو مورد را خوب بررسی کرده اند. حالا می دانند مگس ها چرا و چگونه به خواب می روند، چگونه خفته می مانند، و چگونه بیدار می شوند. ژن هائی یافته اند که در چرخه خواب مگس میوه تاثیر دارند. ژن هائی یافته اند که

در تنظیم هموستاتیک خواب، هم در شرایط عادی و هم در شرایط پس از محرومیت از خواب موثرند. حتی جهشی یافته اند که محصول آن مگس میوه را کم خواب یا بی خواب می کند. همه این یافته ها، همترازهائی در انسان دارد. بعید نیست که چند وقت دیگر، بر مبنای این یافته ها، برای درمان مشکل خواب و بی خوابی ما داروهای موثری بسازند. جایزه نوبل سال ۲۰۱۷ را به دانشمندانی دادند که مبانی مولکولی ساعت بدن را یافته اند.



در ۱۹۱۴ John S. Dexter متوجه بریدگی هائی روی بال مگس میوه شد. مورگان در ۱۹۱۷ ژن های الل آن را پیدا کرد. بریدگی روی بال مگس میوه مبنای ژنتیک دارد. ژن آن را Notch (بریدگی) نامیده اند. توالی نوکلئوتیدی ژن آن را در دهه ۸۰ مشخص کردند. پس از آن در حیوانات مختلف هم آن را پیدا کردند و متوجه شدند در رده حیوانی بالاتر ، مثلا در انسان چهار تاست. پروتئین Notch، گیرنده ای است روی سطح یاخته ها. پس از پیوند با چسبانه خود، زنجیره ای از رویدادهای پس گیرنده ای راه می افتد. کار آن تنظیم ساعت بدن است مخصوصا در مرحله تمایز یاخته در دوره جنینی. طبق فرمان این مجموعه است که معلوم می شود یاخته چه زمانی تقسیم شود، به چه یاخته هائی تمایز یابد، جابجا شود، سر جای واقعی خود قرار بگیرد و مجموعه یاخته ها، بافت ها، اعضاء را بسازد. بنابراین ژنی

نیست که یک کار مشخص انجام بدهد، بلکه هماهنگ کننده کار ژن های بسیار است و از همین روست که در همه بافت و اعضاء دخالت می کند.

Fruit Fly
Six Nobel Prizes

M H Hedayati Omami, MD
Internist-Endocrinologist
Summer 2020