

Hormony tkankowe

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED** 

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**



Hormony tkankowe

HORMONY
RZĄDZĄ!!!

Hormony tkankowe –
są to substancje wydzielane przez rozsiane po organizmie specyficzne komórki, o działaniu ogólnoustrojowym lub ograniczającym się do miejsca ich występowania

Hormony tkankowe

Uwzględniając **miejsce syntezy** hormony można podzielić na:

- 1. hormony miejscowe** (np.: acetylocholina, noradrenalina, serotonina, histamina, prostaglandyny);
- 2. hormony tkankowe** (np.: gastryna, cholecystokinina, sekretyna, erytropoetyna, renina, ANP);
- 3. hormony o działaniu ogólnym** (wydzielane przez komórki gruczołowe i działające na komórki docelowe wyłącznie za pośrednictwem krwi: hormony przysadki, nadnerczy, tarczycy, gonad, przytarczyc, wysp trzustkowych Langerhansa i łożyska).



Hormony tkankowe

HORMONY
RZĄDZĄ!!!

1. Grelina
2. Leptyna
3. Cholescytokinina
4. Peptyd YY
5. Peptyd glukagonopodobny-1
6. Rezystyna
7. Wisfatyna
8. Motylina
9. Glukozależny peptyd insulinotropowy
10. Sekretyna
11. Gastryna
12. Insulina
13. Glukagon



Grelina

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

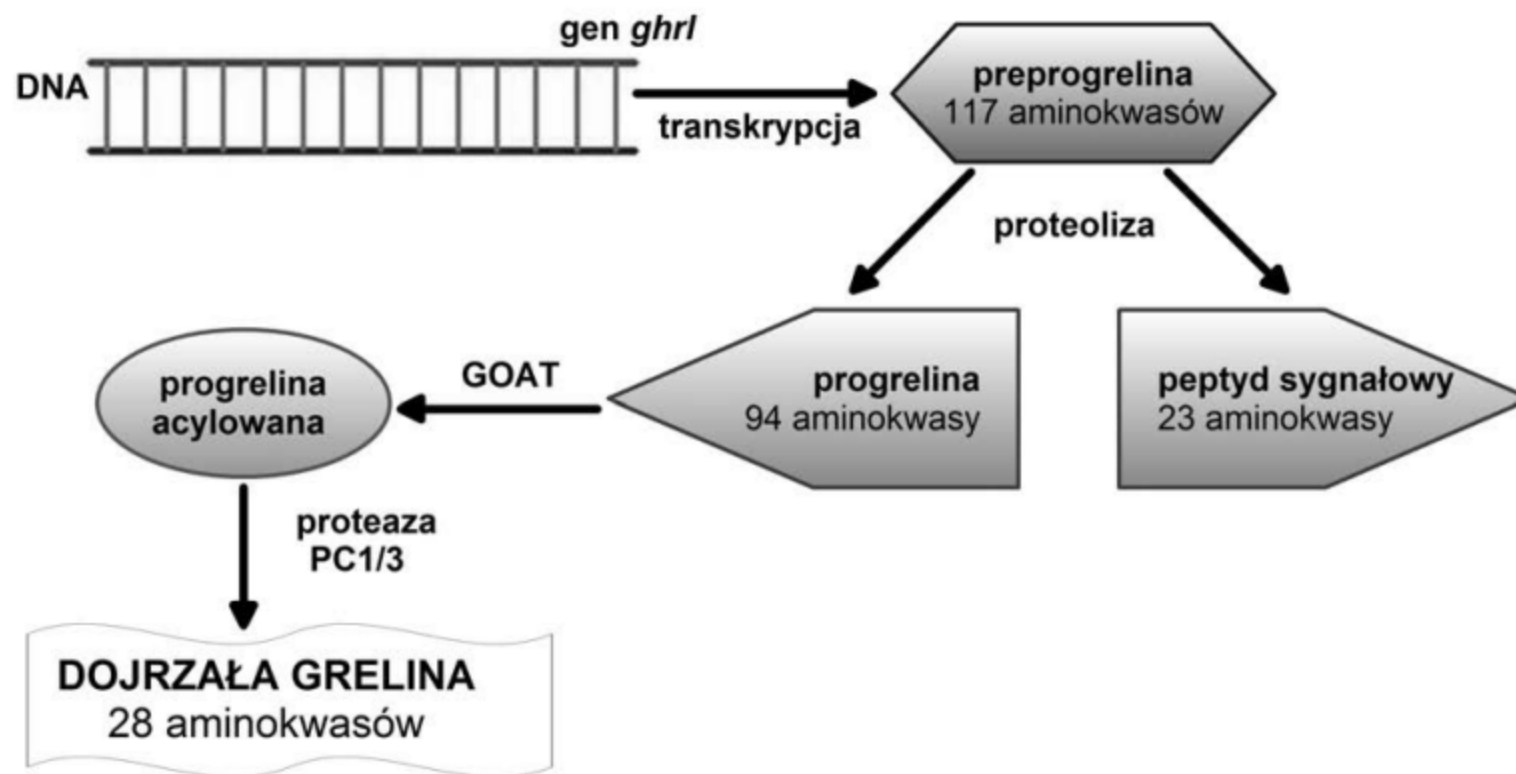
wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

1999 r. grupa japońskich badaczy odkryła GRELINĘ

Ligand receptora dla hormonu uwalniającego hormon wzrostu.

Zbudowana jest z 28 aminokwasów, a powstaje z preprogreliny – 117 aminokwasowego prekursora.



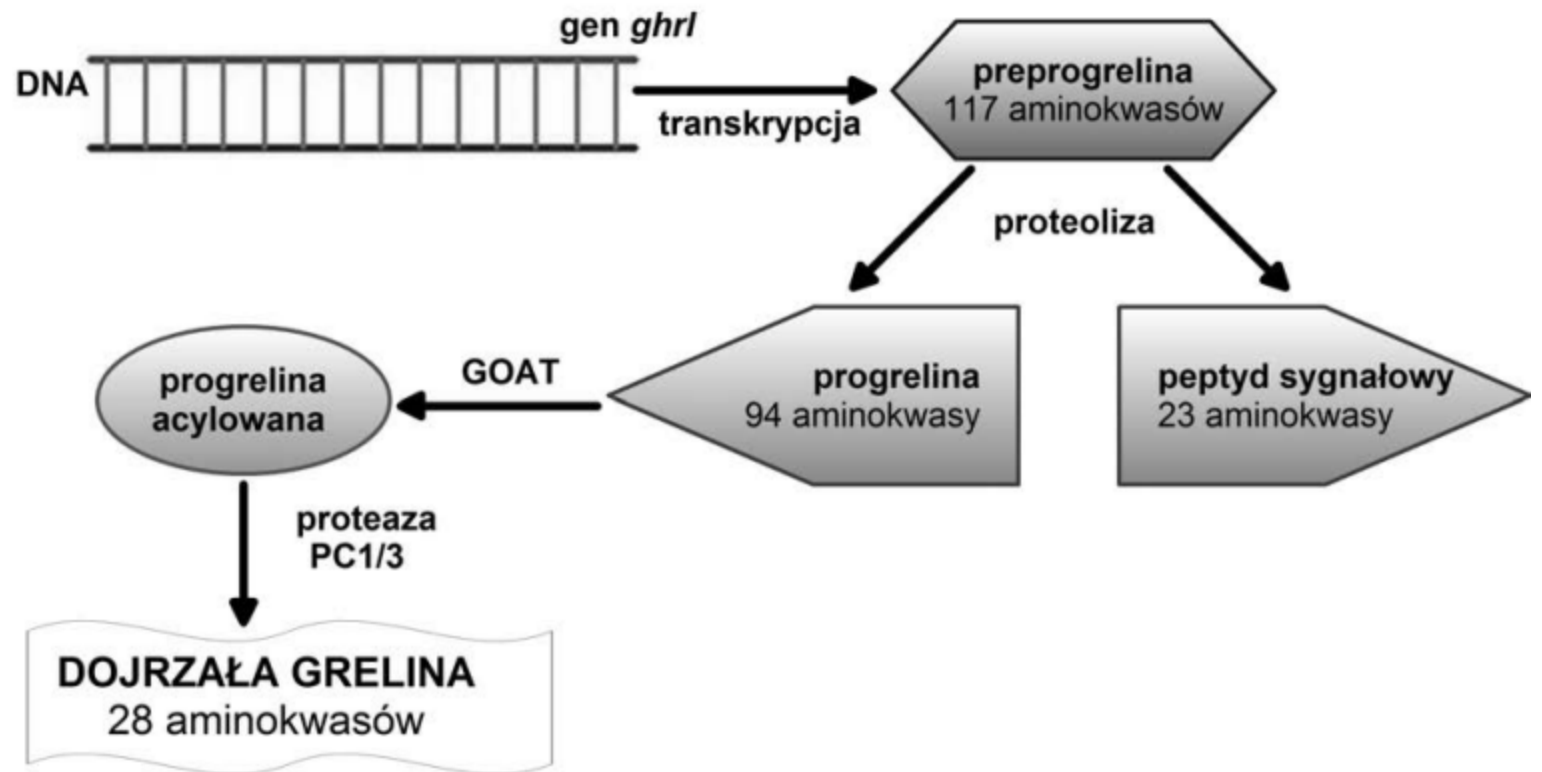
Jonczyk i wsp., 2014

Grelina

Preprogrelina jest kodowana przez gen składający się z 5 eksonów oraz 4 intronów i zlokalizowany u ludzi na chromosomie 3 (3p25-26).

Preprogrelina ulega modyfikacji przez O-acetylotransferazę greliny (GOAT) przez przyłączenie grupy oktanylowej do seryny w pozycji 3 peptydu.

Kolejnym etapem powstawania greliny jest cięcie zmodyfikowanego prekursora, co w efekcie daje aktywną biologicznie 28-aminokwasową grelinę.



Jonczyk i wsp., 2014

SYNTEZA

PRZEWÓD POKARMOWY

Błona śluzowa dna żołądka
(najwyższe stężenie)
Inne obszary przewodu
pokarmowego
Okreźnica (najniższe stężenie)

OŚRODKOWY UKŁAD NERWOWY

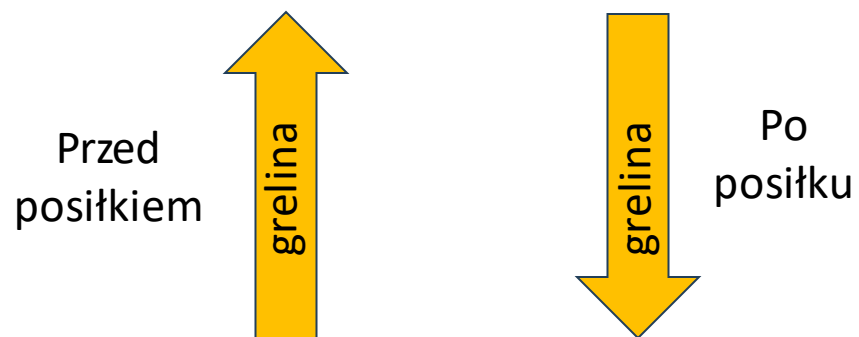
Ośrodkowy układ nerwowy

Przysadka mózgowa
Trzustka
Nerki
Serce
Komórki układu
immunologicznego

Błona śluzowa dna żołądka – gruczoły żołądkowe właściwe ze szczególną populacją komórek X/A (są odpowiedzialne za syntezę greliny)

Grelina – hormon obwodowy, wykazuje **działanie oreksygenne – pobudzające łaknienie.**

Grelina - podwzgórze – aktywacja neuronów NPY/AgRP – zwiększona ekspresja czynników oreksygeniczných (neuropeptyd Y i białko Agouti) – **pobieranie pokarmu**

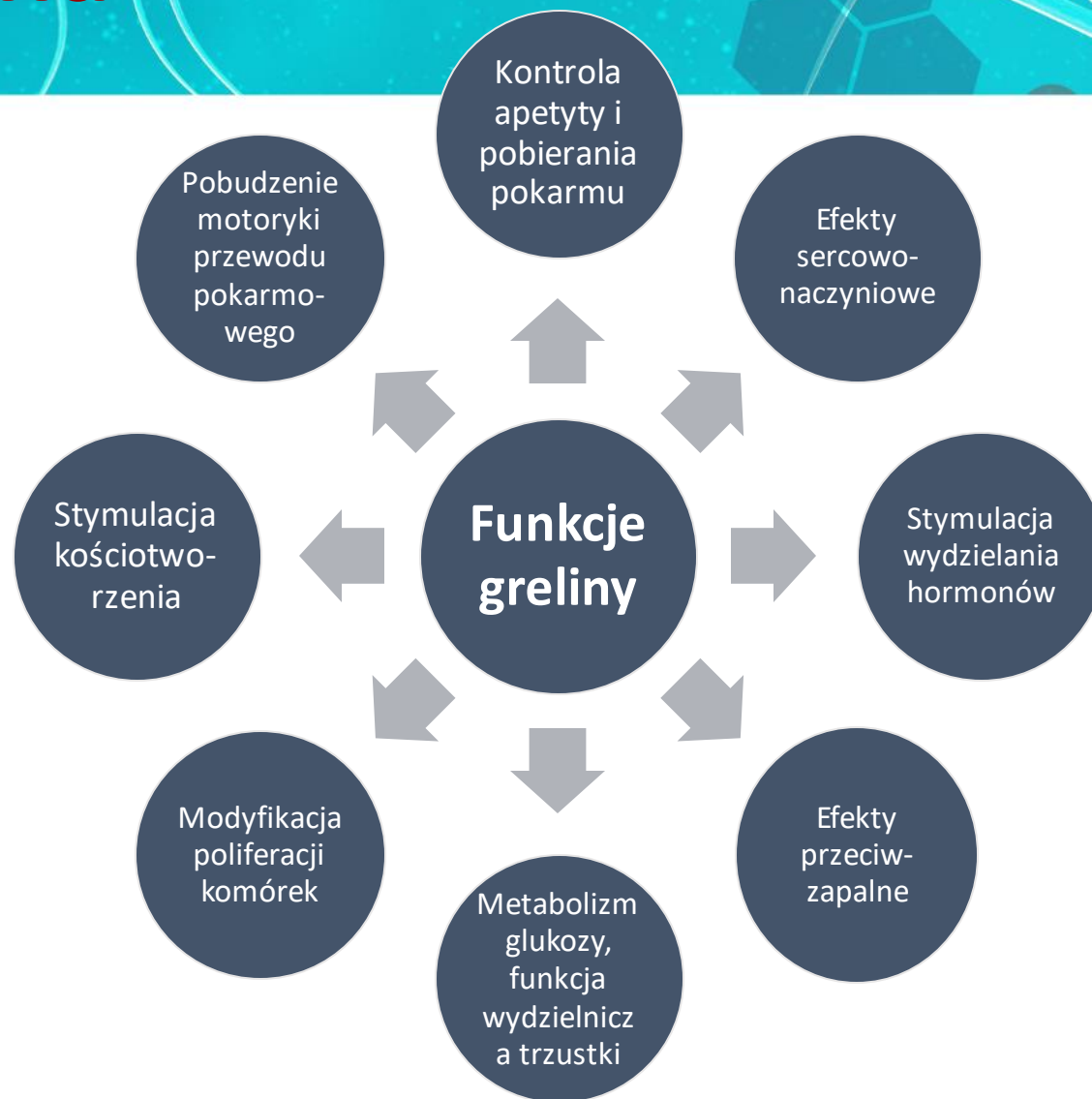


Forma acylowana	Forma nieacylowana
A:N 2:1 w żołądku	A:N 9:1 w surowicy krwi
Aktywna metabolicznie	Nie jest aktywna metabolicznie

Efekt działania

- Stymuluje apetyt i pobieranie pokarmu
- Stymuluje wydzielanie hormonu wzrostu przez przysadkę mózgową

Grelina



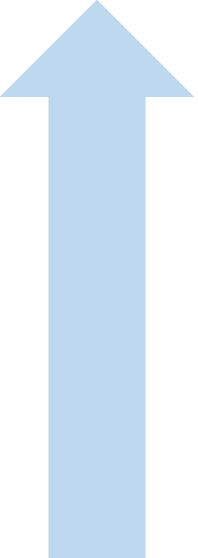
- Stężenia greliny w surowicy u ludzi z prawidłowym wskaźnikiem masy ciała ulegają pulsacyjnym zmianom – najwyższe występują w nocy.
- Związane jest to przede wszystkim z przyjmowaniem pokarmu.
- Podczas głodzenia stężenie greliny w surowicy zwiększa się, a 60 – 120 minut po spożyciu posiłku zaczyna się obniżać.

Czynniki wpływające na zmiany stężenia greliny:

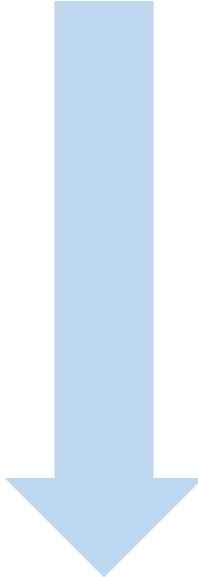
Długotrwałe głodzenie	hamuje acylację greliny, ale nie wpływa na ogólne jej wydzielanie
Krótkotrwałe intensywne ćwiczenia fizyczne	obniżają stężenie hormonu – przede wszystkim formy acylowanej
systematyczny i długotrwały trening	powoduje zwiększenie całkowitej desacylowanej greliny, bez zmian w jej formie acylowanej
brak snu	podwyższa stężenie greliny

Czynniki wpływające na zmiany stężenia greliny:

PODWYŻSZONE STĘŻENIE GRELINY

- 
- Jadłowstręt psychiczny
 - bulimia
 - kacheksja nowotworowa
 - ciężka niewydolność serca
 - zespół Pradera - Willi'ego
 - przewlekła niewydolność wątroby
 - celiakia

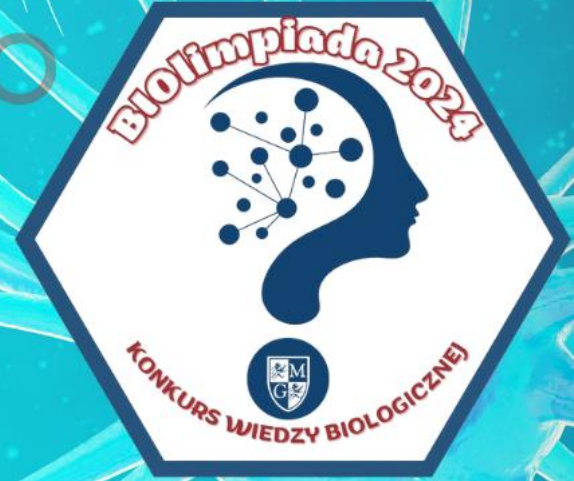
OBNIŻONE STĘŻENIE GRELINY

- 
- otyłość
 - cukrzyca typu 1 i 2
 - nadciśnienie tętnicze
 - zespół policystycznych jajników
 - infekcja H.pylori
 - niealkoholowe stłuszczenie wątroby
 - choroba reumatyczna
 - akromegalia
 - hipogonadyzm
 - zespół krótkiego jelita



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Leptyna

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

Hormon sytości
Działanie anoreksygenne
Hamuje apetyt

Gen składający się z trzech egzonów i dwóch intronów zlokalizowany jest na chromosomie 7 w pozycji 7q31.3

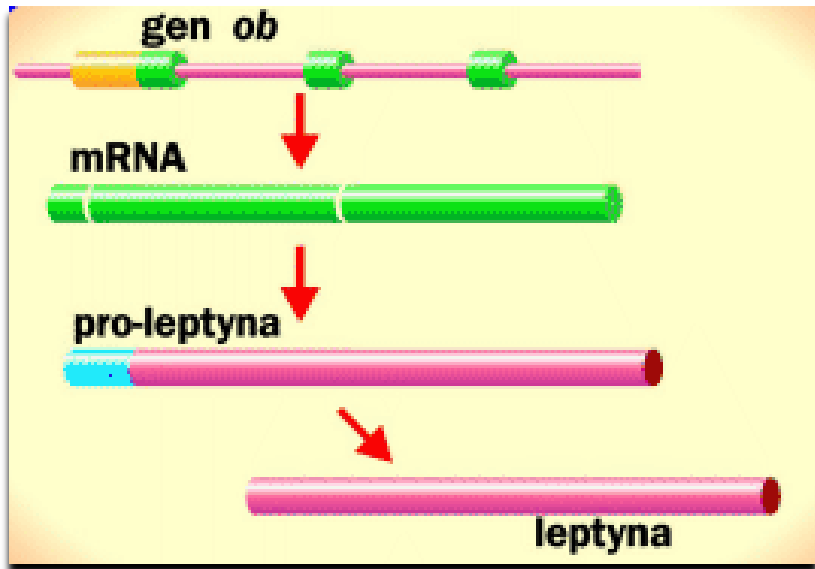
Nazwa hormonu wywodzi się od greckiego słowa **leptos – szczupły**

Leptyna została odkryta w 1994 roku

Składa się ze 167 aminokwasów, kodowanym przez **gen ob** (gen otyłości, obese gene).

Leptyna

- Syntetyzowana jest jako białko zbudowane ze 167 aminokwasów (**proleptyna**), od którego odłączany jest peptyd 21-aminokwasowy, stanowiący sekwencję sygnałową.
- Po jej odcięciu leptyna wydzielana jest do krwi jako białko składające się ze 146 aminokwasów o masie cząsteczkowej 16 kDa.



Jonczyk i wsp., 2014

ADIPOCYT



Leptyna

HORMONY
RZĄDZĄ!!!

SYNTEZA

ADIPOCYTY

Komórki tkanki tłuszczowej – białej, w mniejszym stopniu brunatnej

Jajniki

Gruzoł sutkowy

Mięśnie szkieletowe

Żołądek

Wątrobę

Przysadkę mózgową

- Wydzielana jest pulsacyjnie oraz wykazuje rytm dobowy.
- Wysokie stężenia w **godzinach nocnych**, niskie we wczesnych **godzinach popołudniowych**.

SYNTEZA I WYDZIELANIE

POBUDZANE	HAMOWANE
Insulina	Katecholaminy
Glikokortykosteroidy	Antagonisty receptorów β -adrenergicznych
Estrogeny	Antagonistów receptorów aktywowanych przez proliferatory peroksysomów γ (PPAR- γ)
TNF- α czynnik martwicy guza	Androgeny

- Stężenie leptyny w surowicy jest **wyższe** u ludzi z podwyższonym wskaźnikiem BMI oraz wyższym wskaźnikiem tkanki tłuszczowej.
- Po uwolnieniu przez tkankę tłuszczową, leptyna przekazuje informację do mózgu o bilansie energetycznym organizmu.

Czynniki wpływające na zmiany stężenia leptyny:

PODWYŻSZONE STĘŻENIE LEPTYNY

OBNIŻONE STĘŻENIE LEPTYNY

↑
BMI

↓
Niska zawartość tkanki tłuszczowej

Spożycie posiłku

Głodzenie się

Hiperleptynemia w otyłości

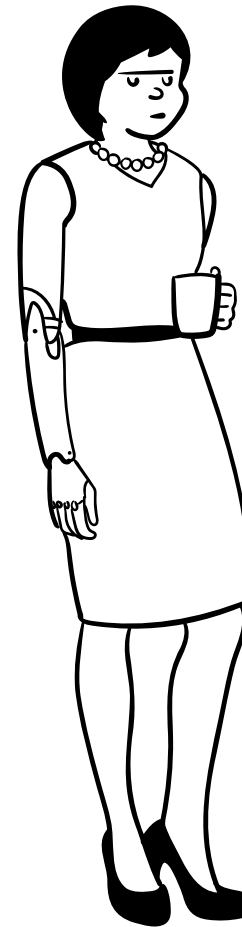
większość ludzi otyłych nie jest wrażliwa na endogennie wyprodukowaną leptynę

Zależne od płci

**u kobiet wyższe,
w mężczyzn niższe**

z taką samą wartością BMI

więcej u kobiet tkanki tłuszczowej trzewnej, która wykazuje wyższy poziom syntezy leptyny niż tkanka tłuszczowa trzewna



Leptyna

- BEZPOŚREDNIE POBUDZENIE **OŚRODKA SYTOŚCI** W JĄDRZE BRZUSZNO-PRZYŚRODKOWYM PODWZGÓRZA
- POŚREDNIE ODDZIAŁYWANIE NA STYMULUJĄCE NA GRUPĘ **NEURONÓW POMC/CART**

hamuje syntezę i wydzielanie neuropeptydu Y (najsilniejszy stymulator łaknienia)

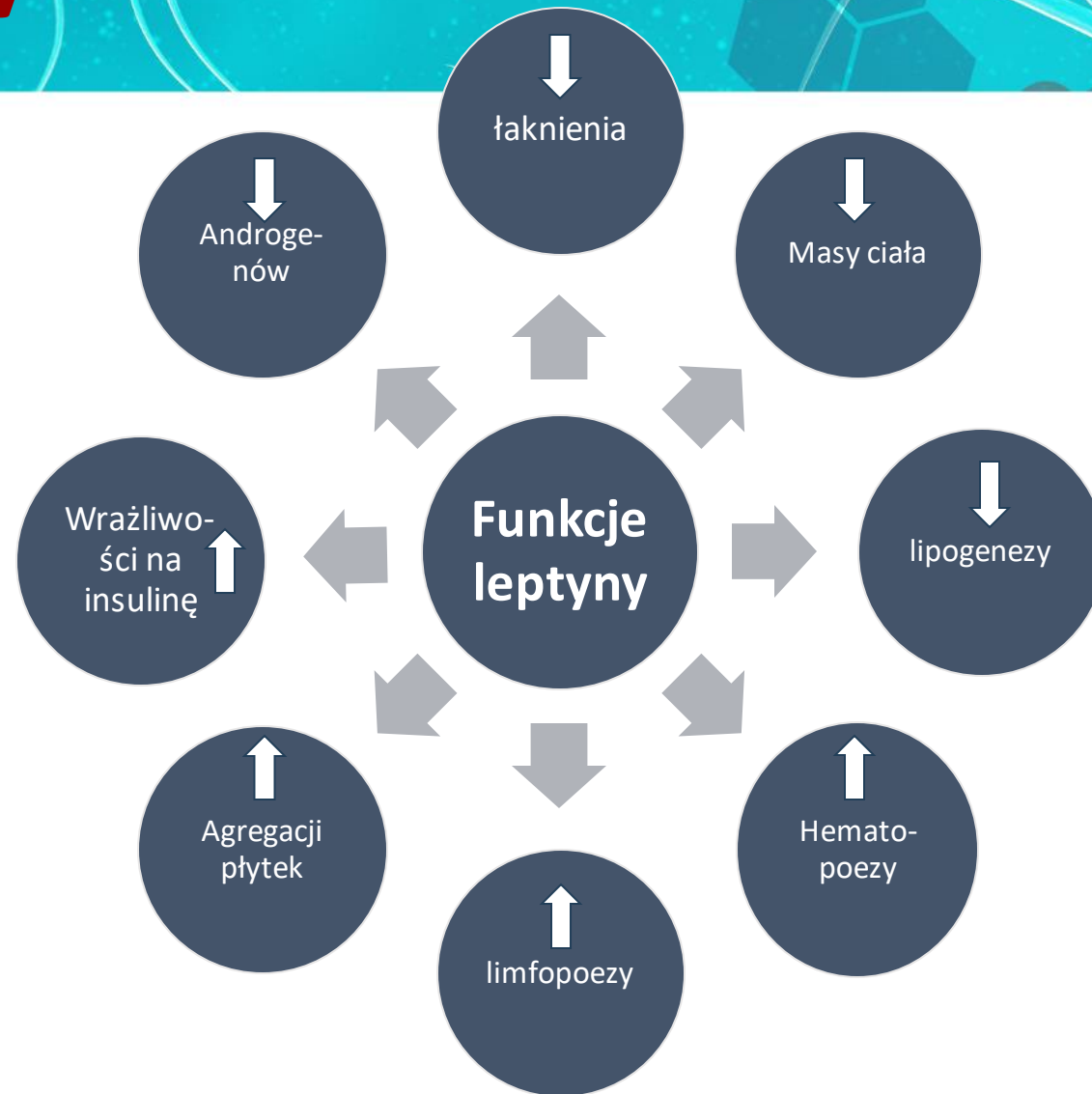
mechanizm ten doprowadza do aktywacji lipolizy oraz hamowania lipogenezy i przyczynia się do wzrostu wydajności energetycznej

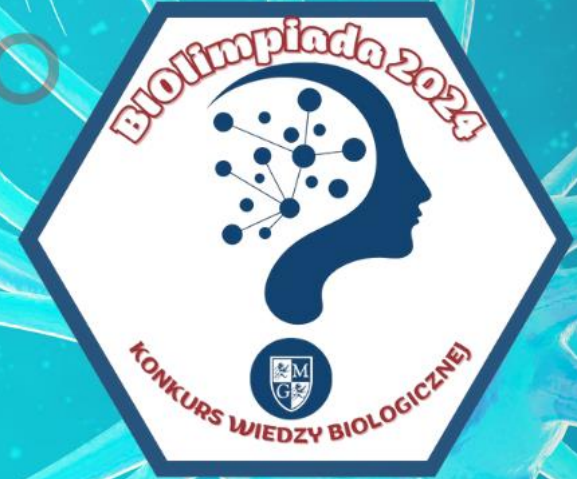
Hamowanie neuronów NPY/AgRP

zmniejsza wtórnie syntezę substancji zwiększających łaknienie tzn. oreksyny A i B oraz hormonu melanocytotropowego w obszarze bocznym podwzgórze

Leptyna zmniejsza aktywność układu endokannabinoidowego

Leptyna





Cholecystokinina

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED** 

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

Cholecystokinina

Cholecystokinina (CCK)

pierwszy peptyd
jelitowy z
identyfikowany jako
czynnik sytości
wykazujący działanie
ośrodkowe.

Należy do rodziny
hormonów
gastrynowych.

Wykazuje w
niewielkim stopniu
aktywność podobną
do gastryny.

Cholecystokinina

- Jest wydzielana pod wpływem dostarczania pożywienia - substancji odżywczych przez komórki błony śluzowej jelita cienkiego, głównie w dwunastnicy i jelicie czczym.



Najsilniejsze bodźce wydzielania CCK

Słabe bodźce wydzielania CCK



Cholecystokinina

- Krótki okres półtrwania wynoszący około jednej 2 minuty czyni CCK krótkoterminowym regulatorem łaknienia.
- Szczury bez ekspresji receptora CCK1 są otyłe, a podanie egzogennej cholecystokininy nie wpływa wówczas na zmniejszenie wielkości spożywanego posiłku.

Rola CCK w regulacji trawienia

Pobudzenie skurczu pęcherzyka żółciowego

Relaksacja zwieracza Oddiego

Wpływ żółci - jednocześnie opóźnia opróżnianie żołądka i pobudza trzustkę do wydzielania soku trzustkowego

Cholecystokinina

- Działanie anoreksyjne odbywa się poprzez pobudzenie receptorów CCK1 (CCKA), których szczególną obecność stwierdzono we włóknach aferentnych nerwu błędnego.

Hamowanie poboru pokarmu przez CCK

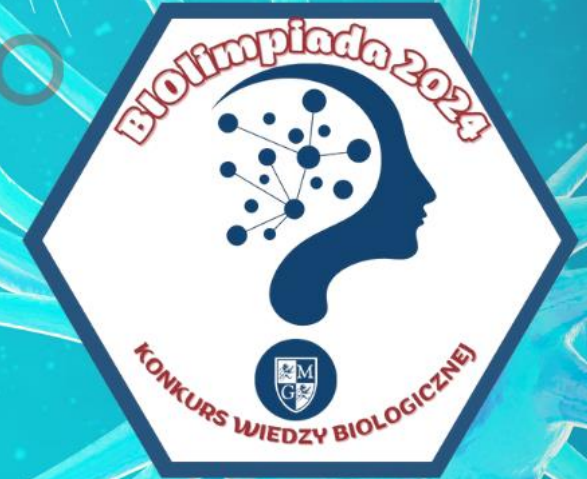
Zmniejszenie wielkości przyjmowanego posiłku oraz czasu jego trwania

nie wiąże się z redukcją całkowitej liczby kalorii dostarczanych w ciągu dnia, ponieważ jednocześnie następuje kompensacyjne zwiększenie liczby zjadanych posiłków



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Peptyd YY

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

Peptyd YY

Peptyd tyrozyna tyrozyna - zaliczany jest do rodziny polipeptydu trzustkowego. Kodowany przez gen zbudowany z 4 egzonów i 3 intronów znajdujący się na chromosomie 17q21

Pełna forma peptydu PYY składa się z 36 aminokwasów i jest produkowana przez komórki L błony śluzowej jelita krętego i okrężnicy w odpowiedzi na przyjęty pokarm

Wydzielany jest proporcjonalnie do kaloryczności przyjmowanego posiłku

TŁUSZCZE

SILNA STYMULACJA

WĘGLOWODANY, BIAŁKA

SŁABSZA STYMULACJA

Peptyd YY

- PYY ulega proteolizie pod wpływem dipeptydylopeptydazy 4, co skutkuje odcięciem reszty tyrozyny i proliny od N-końca x łańcucha peptydowego.
- Powstała w ten sposób forma PYY zachowuje aktywność biologiczną i stanowi obwodowy **sygnał anoreksygeny** jest to główna forma peptydu YY krążącego we krwi.
- PYY wykazuje wysokie selektywne powinowactwo do jednego z receptorów Y – Y2 zlokalizowanych w neuronach oreksygenychnych jądra łukowatego (NPY/AgRP) i w efekcie:

zmniejsza pobieranie pokarmu

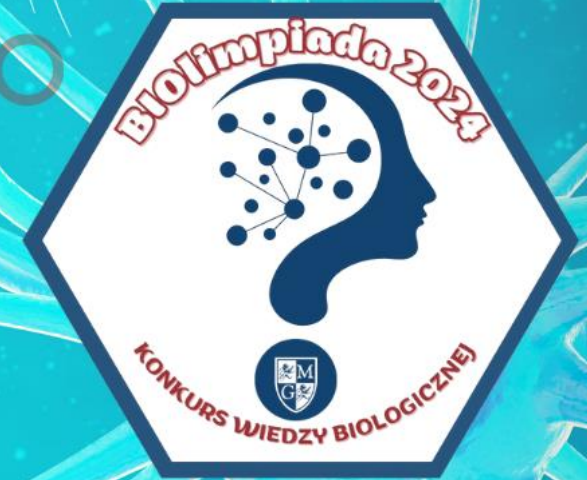
zmniejszenie łaknienia

na hamowanie wydzielania soku żołądkowego oraz hamowanie opróżniania żołądka i motoryki jelit



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Peptyd glukagonopodobny-1 GLP-1

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**



HORMONY
RZĄDZĄ!!!

Peptyd glukagonopodobny-1 (GLP-1)

GLP-1 należy do grupy insulintropowych hormonów jelitowych, zwanych inkretynami

Powstaje w komórkach L błony śluzowej **jelita krętego i okrężnicy** oraz w **neuronach jądra pasma samotnego** w wyniku potranslacyjnych procesów przemiany cząsteczki prekursorowej – **proglukagonu**

GLP-1 wywiera efekt insulintropowy w komórkach beta wysp trzustki poprzez wiązanie się ze swoistym receptorem GLP-1R.

Receptory dla GLP-1 występują również poza komórkami wydzielającymi insulinę - w komórkach alfa i beta wysp trzustki, żołądka, nerkach, jelitach, skórze, przysadce mózgowej, podwzgórzu, pniu mózgu i włóknach aferentnych nerwu błędnego, co umożliwia szeroki zakres działania tego hormonu.



HORMONY
RZĄDZĄ!!!

Peptyd glukagonopodobny-1 (GLP-1)

Wydzielanie GLP-1 zwiększa się **po przyjęciu posiłku**, zwłaszcza bogatego w **węglowodany i tłuszcze**.
Proporcjonalnie do ilości spożytych kalorii.

Hamuje czynność wydzielniczą przewodu pokarmowego oraz wydzielanie glukagonu.

Opóźnia opróżnianie żołądka.

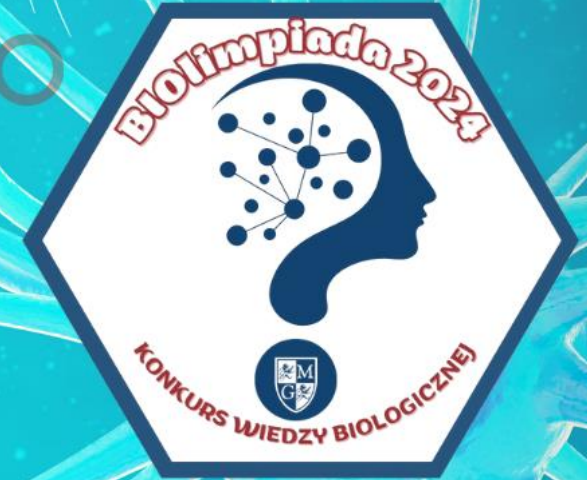
Redukuje ilość przyjmowanego pokarmu i w efekcie przyczynia się do utraty masy ciała

Przeszkodą w wykorzystaniu GLP-1 do celów terapeutycznych – w przypadku **zwalczania otyłości** – jest jego krótki okres półtrwania i szybka inaktywacja przez dipeptydylo-peptydazę-4 (DPP-4, dipeptidyl peptidase-4)



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Rezystyna

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

Rezystyna

Hormon peptydowy zbudowany ze 108 aminokwasów

Zaliczany do białek prozapalnych bogatych w cysteinę określanych terminem RELM

RELM – cząsteczki podobne do rezystyny, *cysteinę –rich resistin-like molecules*)

U ludzi ekspresję rezystyny obserwuje się głównie w monocytach i makrofagach, w których osiąga wyższy poziom niż w adipocytach

Sugeruje się rolę tego hormonu w złożonej patogenezie insulinooporności u osób otyłych oraz w zwiększaniu ryzyka cukrzycy t.2 i zespołu metabolicznego

Rezystyna

- Stężenie rezystyny w surowicy krwi jest proporcjonalne do przyrostu tkanki tłuszczowej.
- Stężenie rezystyny wzrasta po wznowieniu przyjmowania pokarmu.
- Podejrzewa się, iż rezystyna jako cytokina prozapalna związana z procesem miażdżycowym, może zwiększać ryzyko wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego.

Czynniki wpływające na zmiany stężenia rezystyny:



PODWYŻSZONE STĘŻENIE REZYSTYNY

wysokotłuszczowa dieta

otyłość (genetyczna)

OBNIŻONE STĘŻENIE REZYSTYNY

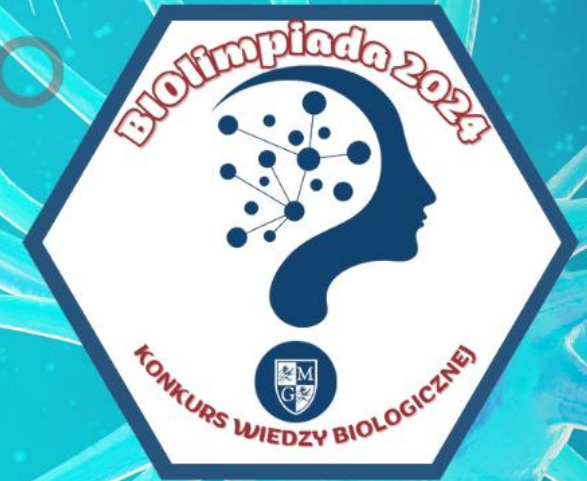
głodzenie się





WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Wisfatyna

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**



Wisfatyna

HORMONY
RZĄDZĄ!!!

Została wyizolowana i opisana w **2005** r.
Wcześniej znana była jako cytokina PBEF (pre-B cell enhancing factor) produkowana głównie przez aktywowane limfocyty.

Głównym źródłem wisfatyny jest **tkanka tłuszczowa trzewna**.
Nasila **akumulację triglicerydów** w preadipocytach oraz **pobudza adipogenezę**.

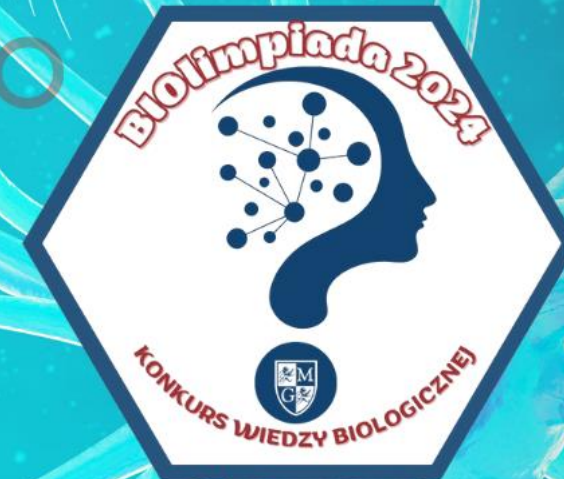
Wykazuje **działanie hipoglikemizujące** (zdolności wiązania i pobudzania receptorów insulinowych oraz stymulowania wychwyty glukozy przez komórki wrażliwe na insulinę (adipocyty i miocyty))

Stężenie nie zmienia się istotnie po posiłku
Stężenie w surowicy krwi jest niższe od stężenia insuliny



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Motylina

Partner strategiczny:



Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl



Motylina

Hormon związany z międzytrawienną motoryką przewodu pokarmowego

Produkowana przez komórki M(Mo) należące do układu APUD, zlokalizowane w dwunastnicy, jelicie czczym

Zbudowana jest z 22 aminokwasów. Za aktywność biologiczną odpowiada N-końcowy fragment cząsteczki.

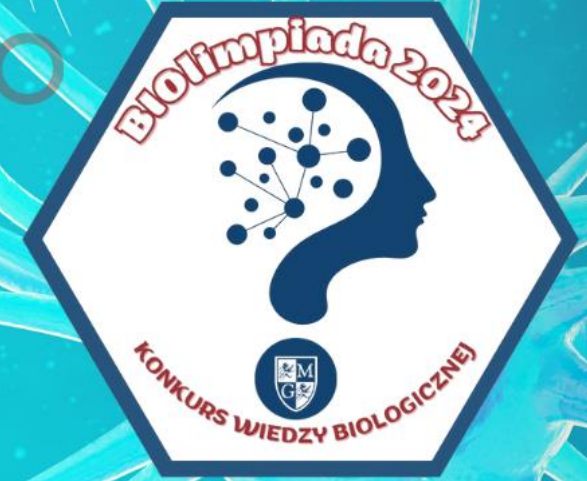
Wpływa na opróżnianie pęcherzyka żółciowego

Pobudza motorykę przewodu - kompleks motoryczny (migrating motor complex, MMC)



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Glukozależny peptyd insulinotropowy (GIP)

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**



Glukozależny peptyd insulinotropowy (GIP)

HORMONY
RZĄDZĄ!!!

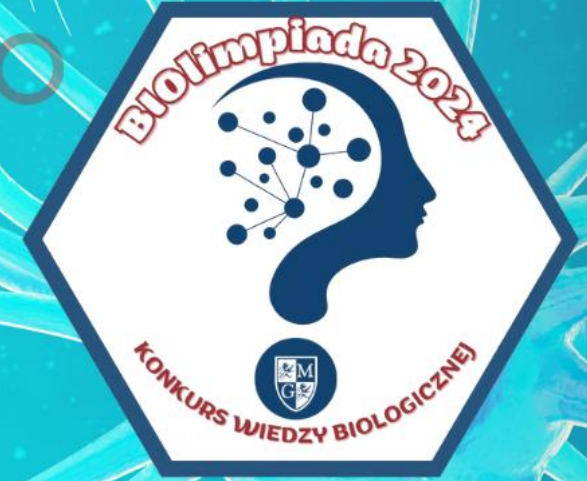
- *Żołądkowy peptyd hamujący i peptyd żołądkowo-jelitowy*
- Zbudowany z 42 aminokwasów
- Czas półtrwania – około 2 min

Czynnik uwalniający	Miejsce wydzielania	Efekt działania
Kwasy tłuszczowe Glukoza Aminokwasy	Dwunastnica Jelito czcze Jelito kręte	Wydzielanie kwasu solnego Motoryka przewodu pokarmowego Opróżnianie żołądka Pobudzanie wydzielania insuliny



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Sekretyna

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**



Sekretyna

HORMONY
RZĄDZĄ!!!

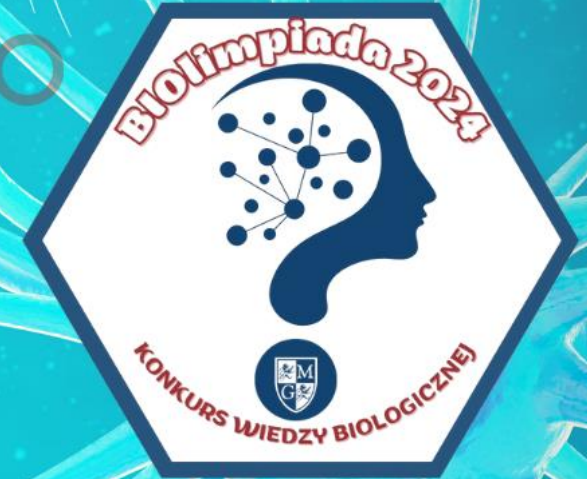
- Zbudowany z 27 aminokwasów
- Największa ilość w opuszcce dwunastnicy

Czynnik uwalniający	Miejsce wydzielania	Efekt działania
Niskie pH (niska kwasowość treści dwunastniczej)	Dwunastnica Jelito czcze	Hamuje wydzielanie soku żołądkowego Hamowanie troficznego efektu gastryny Stymulowanie sekrecji wodorowęglanów i wydzielania pepsyny



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Gastryna

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

- Zbudowany z 14 aminokwasów – najbardziej aktywny
- wydzielana jest w komórkach G śluzówki odźwiernika skąd wędruje wraz z krwią do trzonu żołądka

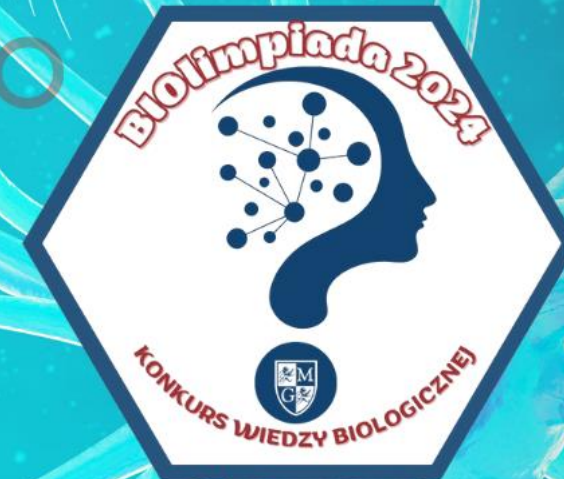
Czynnik uwalniający	Miejsce wydzielania	Efekt działania
Rozciąganie żołądka aminokwasy, peptydy	Odźwiernik żołądka (komórki G)	Stymuluje wydzielanie soku żołądkowego i skurczów żołądka

- Wydzielanie gastryny jest hamowane przez m.in. gwałtowny spadek pH
- Pobudza komórki główne żołądka do wydzielania pepsynogenu
- Pobudza komórki okładzinowe do wydzielania kwasu solnego i czynnika wewnętrznego (niezbędnego do prawidłowego wchłaniania witaminy B₁₂)



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Insulina

Partner strategiczny:

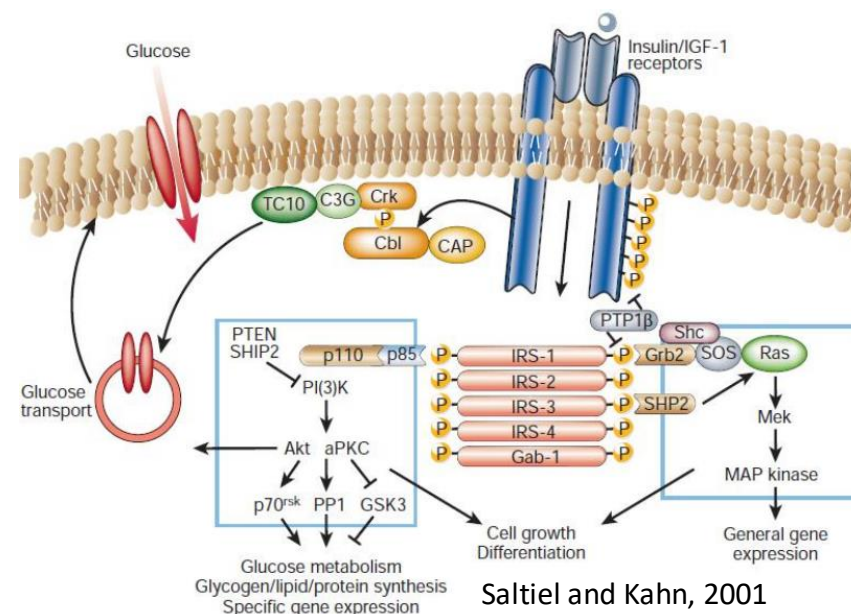
**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

- Jest głównym sygnałem obwodowym zawiadamiającym mózg o stanie energetycznym organizmu.
- Insulina jest wydzielana proporcjonalnie do ilości tkanki tłuszczowej.
- Insulina powoduje zmniejszenie przyjmowania pokarmu poprzez hamowanie neuronów NPY/AgRP i aktywację neuronów POMC/CART.
- Stymuluje syntezę i uwalnianie leptyny z adipocytów.



Czynnik uwalniający

Miejsce wydzielania

Efekt działania

Wysoki poziom glukozy w surowicy krwi

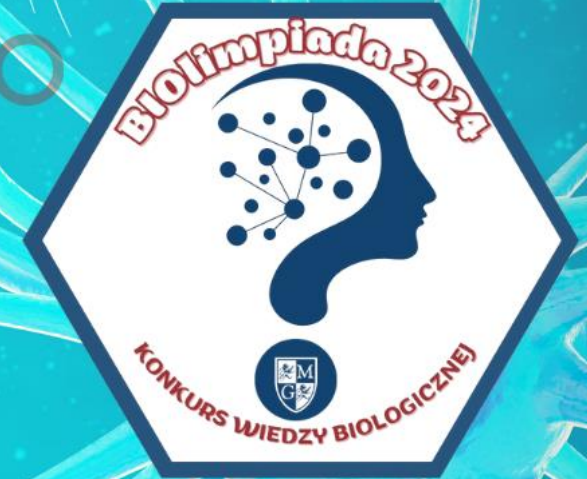
Komórki β wysp Langerhansa trzustki

Sygnalizuje stan nasycenia organizmu substratami energetycznymi
 Stymuluje pobieranie glukozy przez komórki
 Stymuluje biosyntezę białka (redukcja zużycia aminokwasów jako substratów energetycznych)



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Glukagon

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**

Glukagon

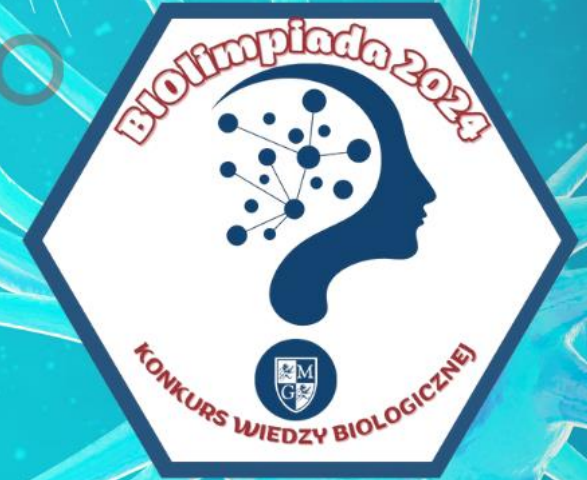
- Działanie antagonistyczne do insuliny.
- W stanie głodu stężenie glukagonu zwiększa się.
- Glukagon powoduje również wykorzystanie zasobów kwasów tłuszczowych (z tkanki tłuszczowej) oraz aminokwasów (z mięśni szkieletowych)

Czynnik uwalniający	Miejsce wydzielania	Efekt działania
Niskie stężenie glukozy we krwi Aktywność części współczulnej autonomicznego układu nerwowego	Komórki α wysp Langerhansa trzustki	Pobudza komórki wątroby do zmiany glikogenu w glukozę (glikogenoliza) Stymulacja wytwarzanie glukozy z innych metabolitów (glukoneogeneza)



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Dziękuję za uwagę

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**



Piśmiennictwo

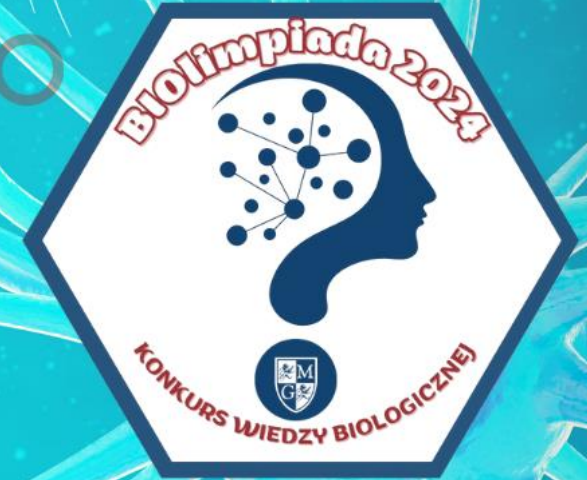
HORMONY
RZĄDZĄ!!!

1. Jonczyk P., Potempa M., Janerka M., Kucharzewski M.: Grelina – hormon regulujący energetyczny metabolizm ustroju., *Medycyna Metaboliczna*, 2014, 3, 66-73.
2. Saltel R.; Kahn C. Ronald. Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism. *Nature*, 2001, 414.6865, 799-806.
3. Grzymisławski M. (red): *Dietetyka kliniczna*, 2019, Wyd. PZWL.
4. Krauss H. (red): *Fizjologia żywienia*, 2022, Wyd. PZWL.
5. Tafil-Klawe M., Klawe J. (red): *Wykłady z fizjologii człowieka*, 2021, Wyd. PZWL.
6. Traczyk W. (red): *Diagnostyka czynnościowa człowieka. Fizjologia stosowana*, 2019, Wyd. PZWL.



WYŻSZA SZKOŁA
INŻYNIERII I ZDROWIA
W WARSZAWIE

20
LAT
2003-2023



Dziękuję za uwagę

Partner strategiczny:

**GRUPA
LUXMED**

Autor: Mgr inż. Mateusz Gemba

wsiiz.pl

**HORMONY
RZĄDZĄ!!!**