



GAINZDESIRE

# REDUKCJA 3.0

INNOWACYJNE METODY UTRATY TKANKI TŁUSZCZOWEJ



## O autorze

Cześć! Nazywam się Mikołaj Żegliński. Jestem trenerem, zawodnikiem naturalnej kulturystyki, dietetykiem, researcherem oraz autorem wielu szkoleń i książek dotyczących sportów sylwetkowych. Gromadzoną w materiałach wiedzę opieram na dowodach naukowych, dokładając czasami trzy grosze z własnego doświadczenia zawodowego. Jestem Mistrzem Czech w naturalnej kulturystyce, a także trenerem Mistrzów Polski i elitarnych zawodników naturalnej kulturystyki. Swoją wiedzę dzielę się na co dzień w social mediach - głównie instagramie @gainzdesire. Moim głównym celem jest edukowanie ludzi w zakresie wiedzy dotyczącej szerokokorozumianego kształtowania sylwetki.



## Przedmowa

"Redukcja 3.0 - innowacyjne metody spalania tkanki tłuszczowej" to ebook o niezwykle ważnym okresie w sportach sylwetkowych. Dotyczy on uszczuplania zapasów tkanki tłuszczowej, które wzrastają zazwyczaj w okresie budowania masy mięśniowej. Redukcja to odsłonięcie wypracowanych na masie efektów. Niezależnie czy robisz redukcję "na plażę" czy na "scenę", na pewno zależy ci by przeprowadzić ją jak najsprawniej, jak najmniej się namęczyć i utrzymać jak najwięcej masy mięśniowej. Ebook ten wyjaśnia wiele aspektów związanych z optymalizacją procesu redukcji. W oparciu o literaturę naukową wydaną do maja roku 2021, stworzyłem i opisałem szereg zaleceń i metod mających podwaliny lub pochodzących z badań. Każde badanie, na które się powołuje zapisane jest w górnym indeksie za pomocą cyfry. Po każdym rozdziale, znajdziesz bibliografię z przypisami. Nie wahaj się i korzystaj do woli - pełne prace naukowe zawierają często dodatkowe, nieopisane w ebooku ciekawostki. Miłej lektury.

Copyright © 2021  
GAINZDESIRE  
Mikołaj Żegliński

---

Zgodnie z Ustawą o Prawie Autorskim i Prawach Pokrewnych z dnia 4 lutego 1994 roku (Dz.U.94 Nr 24 poz. 83, sprost.: Dz.U.94 Nr 43 poz.170) wykorzystywanie autorskich pomysłów, rozwiązań, kopiowanie, rozpowszechnianie zdjęć, fragmentów grafiki, tekstów opisów w celach zarobkowych, bez zezwolenia autora jest zabronione i stanowi naruszenie praw autorskich oraz podlega karze. Znaki towarowe i graficzne są własnością odpowiednich firm i/lub instytucji.



# Spis treści

## I. TEORIA SPALANIA TŁUSZCZU

Wstęp do zagadnień związanych z redukcją	8
Koncepcja bilansu energetycznego	8
Model składowych metabolizmu	10
Podstawy dotyczące tkanki tłuszczowej	11
Rodzaje i charakterystyka tkanki tłuszczowej	12
Etap mobilizacji kwasów tłuszczowych	15
Rodzaje i charakterystyka receptorów adrenergicznych	16
Etap transportu i spalania kwasów tłuszczowych	21
Podsumowanie metabolizmu tłuszczu zapasowego	23
Oporna tkanka tłuszczowa - opis i charakterystyka	23

## II. ZARZĄDZANIE ENERGIĄ I MAKROSKŁADNIKAMI W DIECIE

Metodyka obliczania zapotrzebowania energetycznego	28
Wady i zalety modelu nieliczenia kalorii	31
Ustalanie podaży energii w diecie	32
Optymalizacja tempa spadku masy ciała	32
Ustalanie podaży białka	36
Ustalanie podaży węglowodanów	40
Ustalanie podaży tłuszczów	43
Diety niskowęglowodanowe vs wysokowęglowodanowe	46
Zarządzanie makroskładnikami w trakcie redukcji	48
Zaawansowane metody manipulacji makroskładnikami	50
Podsumowanie	53

### **III. HAMOWANIE ADAPTACJI METABOLICZNYCH**

Wyjaśnienie pojęcia adaptacji metabolicznych_____	59
Składowe metabolizmu - przypomnienie_____	60
Wpływ adaptacji metabolicznych na składowe metabolizmu_	64
Wpływ adaptacji metabolicznych w badaniach praktycznych_	68
Rola adaptacji metabolicznych w zmianach hormonalnych____	70
Metody hamowania adaptacji metabolicznych _____	77
Cheat meal_____	77
Refeed_____	79
Diet break_____	83
Metody hamowania adaptacji w praktyce_____	86
Podsumowanie_____	88

### **IV. KIERUNKOWANIE SPALANIA TKANKI TŁUSZCZOWEJ**

Koncepcja kierunkowania spalania tłuszczu zapasowego____	92
Mechanizmy kierunkowania spalania tłuszczu_____	92
Kierunkowanie lipolizy - dowody naukowe_____	93
Rola beta-oksydacji w koncepcji kierunkowania_____	95
Intensywność optymalizująca wykorzystanie tłuszczów_____	97
Omówienie praktycznego protokołu_____	99
Przegląd literatury naukowej potwierdzającej koncepcję____	102
Podsumowanie_____	104

## V. DIETY CYKLICZNE

Teoria diet cyklicznych	108
Specyfika diety cyklicznej	109
Benefity diet cyklicznych	110
Czynniki kontrolujące parcelację energii	111
Parcelacja energii w literaturze naukowej	112
Czynniki decydujące o p-ratio	115
Inne zalety diet cyklicznych	120
Dla kogo są diety cykliczne	124
Przygotowanie do rozpoczęcia diety	125
Główne założenia protokołu	126
Faza restrykcji	127
Mechanizmy fazy restrykcji	129
Faza ładowania i stabilizacji	132
Mechanizmy fazy ładowania i stabilizacji	132
Dieta cykliczna w praktyce	134
Zanim zaczniesz	134
Dzień 1-3 - aspekty żywieniowe	134
Przykładowa dieta dni 1-3	142
Dzień 1-3 - aspekty treningowe	143
Przykładowy plan treningowy dni 1-3	150
Dzień 4-5 - aspekty żywieniowe	152
Dzień 6-7 - aspekty żywieniowe	154
Przykładowa dieta dni 4-7	156
Dzień 4-7 - aspekty treningowe	158
Przykładowy plan treningowy dni 4-7	159
Podsumowanie	161

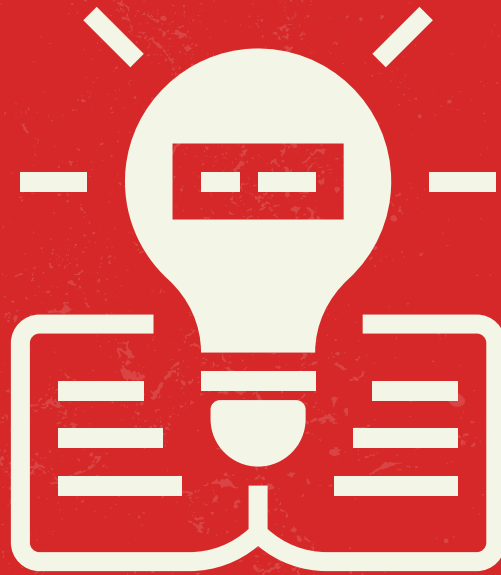


## VI. SUPLEMENTACJA WSPOMAGAJĄCA SPALANIE TKANKI TŁUSZCZOWEJ

Mechanizmy działania spalaczy tłuszczu _____	166
Przegląd literatury weryfikującej spalacze tłuszczu _____	168
Rola suplementów ergogenicznych _____	171
Kofeina _____	173
Johimbina _____	176
Fukoksantyna _____	179
Stack _____	180
Podsumowanie _____	181



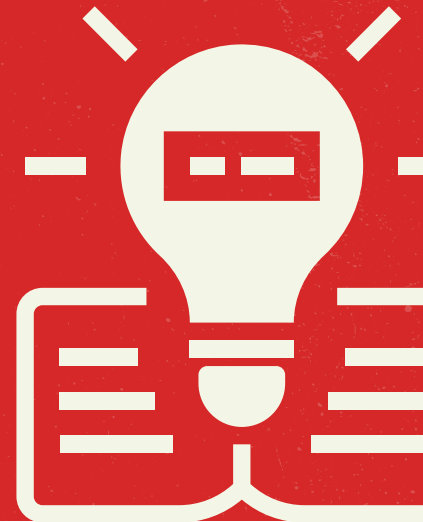
# Teoria redukcji



**REDUKCJA 3.0**  
INNOWACYJNE METODY UTRATY TKANKI TŁUSZCZOWEJ

# WSTĘP DO ZAGADNIENÍ ZWIĄZANYCH Z REDUKCJĄ

Redukcja to popularne określenie pochodzące z branży fitness. Oznacza ono okres charakteryzujący się zmniejszaniem ilości tkanki tłuszczowej celem osiągnięcia lepszej definicji mięśni. Choć redukcja i odchudzanie mogą wydawać się synonimami, podstawową różnicą jest to, iż redukcja w przeciwieństwie do odchudzania zakłada maksymalne możliwe utrzymanie masy mięśniowej. Jest to więc czas gdy chcemy utrzymać (lub nawet nadbudować) masę mięśniową i istotnie uszczuplić masę tłuszczową.



Redukcja tkanki tłuszczowej, bo to do niej w zamyśle odnosi się słowo "redukcja", to proces, w którym wydatkujemy więcej energii niż wynosi nasze zapotrzebowanie. W związku z tym, organizm musi "dokładać do interesu" wskutek mobilizowania energii z gromadzonych zapasów. Te zapasy to przede wszystkim tkanka tłuszczowa. Warto jednak wiedzieć, że organizm może pozyskać energię także z tkanki mięśniowej. Naszym głównym zadaniem z punktu widzenia sportowca sylwetkowego lub siłowego, jest optymalizowanie procesu redukcji w taki sposób, by mobilizowana przez organizm energia pochodziła w jak największym stopniu z zapasów tłuszczowych, a w jak najmniejszym z zapasów beztłuszczowych. Dzięki wprowadzeniu odpowiednich zabiegów treningowych, żywieniowych i suplementacyjnych, możemy zmieniać tzw. p-ratio, czyli stosunek substratów tłuszczowych i białek mięśniowych, z których organizm wytworzy brakującą część energii. Energia, a właściwie jej bilans, to najważniejsze pojęcie związane z procesem redukcji. Gdy ograniczymy cały proces utraty tkanki tłuszczowej do jednego zdania, będzie ono brzmieć - "Musisz jeść mniej energii niż wydatkujesz". Takie są prawa fizyki. Ciało musi zacząć korzystać z rezerw energetycznych, gdy istnieje ich niedobór. Podobnie, zacznie je składować w postaci między innymi tkanki tłuszczowej, gdy będzie ich nadmiar. Zanim przejdziemy dalej, zasadne jest poznać i zrozumieć koncepcję energetycznego bilansu organizmu.

## Koncepcja bilansu energetycznego

W celu zrozumienia koncepcji bilansu energetycznego, trzeba odwołać się do podstawowych zasad fizyki. Pocierając o siebie ręce lub zbliżając je do ogniska – rozgrzewamy je, wykonując pracę lub absorbując ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki to jedno z podstawowych praw termodynamiki, które głosi, że energię wewnętrzną ciała można zmienić jedynie dzięki oddziaływaniu z otoczeniem – przez wykonanie pracy lub przekazanie ciepła. W układzie zamkniętym energia „nie ginie” i nie powstaje, może tylko zmieniać się z jednej postaci w drugą (pierwsza zasada termodynamiki jest sformułowaniem zasady zachowania energii). Nie jest więc możliwe zbudowanie maszyny, która mogłaby pracować ciągle bez pobierania energii z zewnątrz (tzw. perpetuum mobile). Podobnie jest z organizmem ludzkim, nie jesteśmy perpetuum mobile. Nie jest możliwe by utrzymywać dany poziom energii (załóżmy, że wyznacza go ilość tkanki tłuszczowej), w sytuacji ujemnego bilansu energetycznego - niedoboru energii. Wymiana energii, która ma miejsce w organizmach żywych, musi być zgodna z prawami fizyki. Gdybyśmy mogli zachować stałą ilość energii wydatkując więcej niż przyjmujemy, to śmiało moglibyśmy określać się jako perpetuum mobile.





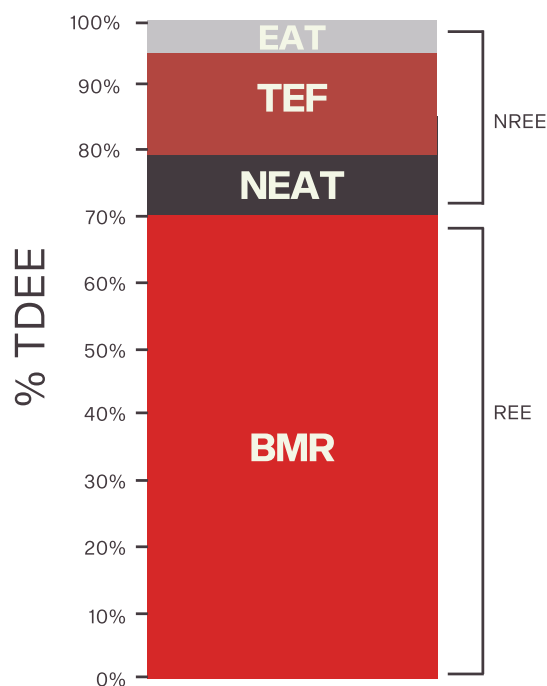
W związku z tym wartość przyjętej energii netto (część energii wykorzystujemy na procesy jej przetwarzania) w stosunku do wartości energii zapotrzebowania, wyznacza bilans energetyczny będący fundamentem. Koncepcje bilansu energetycznego łatwo wytłumaczyć na pieniądzu. Kiedy firma dostaje przelewy generuje jakiś przychód. Suma pieniędzy jaką wpłacają klienci nie jest jednak tym, co zostaje na koniec miesiąca w kieszeni jako zarobek (dochód). Od całkowitego przychodu trzeba najpierw odjąć wydatki - koszty i podatki. Dopiero uszczuplony o koszty i podatki przychód da dochód - ilość pieniędzy jakie zostają w kieszeni. Oczywiście niekoniecznie musi tam coś zostać. Miesiąc może skończyć się na minusie, jeśli koszty i podatki przewyższą przychód. Podobnie jest na redukcji. Tyle że walutą jest w tym wypadku tkanka tłuszczowa. Jeśli wydatki (energii) wyniosą więcej niż przychód (energii), będziesz na minusie. Organizm ma o tyle gorzej, że od razu musi spłacić zobowiązania. W związku z tym sięga po zapasy - tkankę tłuszczową. Tkanka tłuszczowa jest więc swego rodzaju rezerwową walutą, którą organizm wyda tylko gdy sytuacja go do tego zmusi (będzie na minusie). Dlatego właśnie chcąc podejmować temat redukcji należy zacząć od kwestii deficytu energetycznego, bo to on jest podstawą do zmobilizowania i wykorzystania tkanki tłuszczowej jako energii.

Jak już wspomniałem, dla organizmu walutą jest energia. Tą dostarczamy z różnych źródeł. Pożywienie zawiera trzy podstawowe makroskładniki będące źródłem energii - białko, węglowodany oraz tłuszcze. Dodatkowo, surowcem energetycznym może być także alkohol (etanol). Każdy z tych czterech składników zawiera inną ilość energii w 1g. Białko 4kcal, węglowodany 4kcal, tłuszcz 9kcal, a alkohol 7kcal. Ciekawostką może stanowić fakt, iż wartości te funkcjonują w ujęciu brutto. Każdy makroskładnik wymaga odmiennych ilości energii potrzebnych do jego przetworzenia na czystą energię. Wchłonięte, a więc przetworzone białka, węglowodany i tłuszcze mogą być wykorzystywane w celu wytworzenia metabolicznie użytecznej energii, która napędza procesy biologiczne lub może być przechowywana. Z drugiej strony mamy wydatki. Na przestrzeni dnia wydajemy energię, którą w praktycznych warunkach określamy kilokaloriami. Ilość kilokalorii wydatkowanych jest wiedzą niezbędną do odpowiedniego zaplanowania okresu redukcji tkanki tłuszczowej. Musisz znać całkowity wydatek energetyczny, aby móc zaplanować dietę uwzględniającą niedobór tejże energii, czyli deficyt kaloryczny.

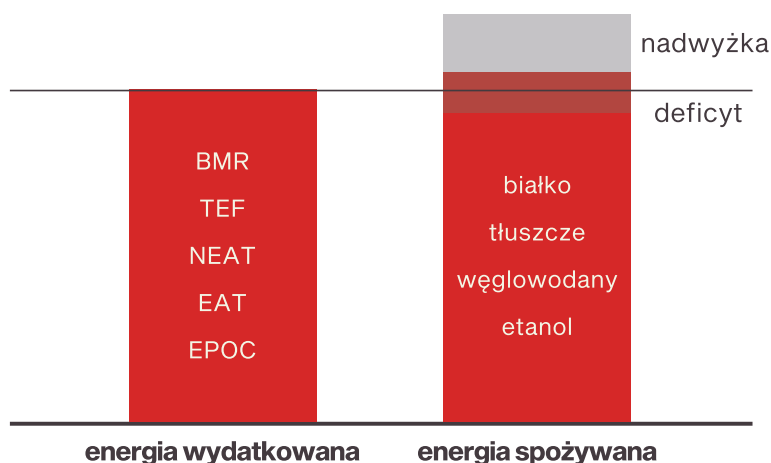
Kwestia całkowitego wydatku energetycznego jest często nie do końca dobrze rozumiana. W świecie funkcjonują różne mity na ten temat - np. "szybkość metabolizmu" przypisuje się jedynie kwestii genetycznej, uważając, że wydatek ten jest warunkowany odgórnie i nie mamy na niego wpływu. Każdy z nas zna zapewne osobę, która usprawiedliwia nadmierną masę ciała "wolnym metabolizmem". Maclean wraz ze współpracownikami w swoim opracowaniu dokonał szacunkowego opisu poszczególnych komponentów całkowitego wydatku energetycznego, przypisując procentowy udział poszczególnych z nich. Oczywiście już na samym wstępie należy zwrócić uwagę, że jest to jedynie uproszczenie i uśrednienie, które może znacznie różnić się w zależności od indywidualnego przypadku.

Całkowity wydatek energetyczny składa się kolejno z BMR, czyli podstawowej przemiany materii, TEF, czyli termicznego efektu pożywienia, EAT, czyli termogenezy wysiłkowej, będącej wydatkiem energetycznym podczas treningu, z NEAT, czyli termogenezy niewynikającej z ćwiczeń, nierzadko jest to określane spontaniczną aktywnością fizyczną (choć nie jest to do końca odpowiednie określenie, co wytłumaczę później) oraz z EPOC, czyli powysiłkowej konsumpcji tlenu (która występuje u wytrenowanych sportowców w stopniu nieistotnym). Jako ciekawostkę dodam, że parametr BMR bywa często mylony z RMR. Należy jednak wiedzieć, że RMR to BMR razem z termicznym efektem poposiłkowym.

## SKŁADOWE METABOLIZMU



Podsumowując, koncepcja bilansu energetycznego determinuje potrzebę znajdowania się w deficycie energetycznym jako jedynej sytuacji, w której będziemy mogli pozbywać się tkanki tłuszczowej. Deficyt energetyczny z kolei generujemy wtedy, gdy suma energii wydatkowanej przekracza zapotrzebowanie określone parametrami widocznymi na powyższym zakresie. Warto również dodać, że bilans energetyczny nie powinien być rozpatrywany tylko w ujęciu dobowym, ale także dłuższym - tygodniowym. To, że przebywamy jeden czy dwa dni w dodatnim bilansie kalorycznym, nie przekreśla możliwości redukcji tkanki tłuszczowej w ujęciu długofalowym (np. tygodniowym). Utrata tłuszczu zależy więc tylko od wielkości deficytu energetycznego! Niemniej jednak stosowana metodyka może albo ułatwiać albo utrudniać utrzymywanie odpowiedniego deficytu.

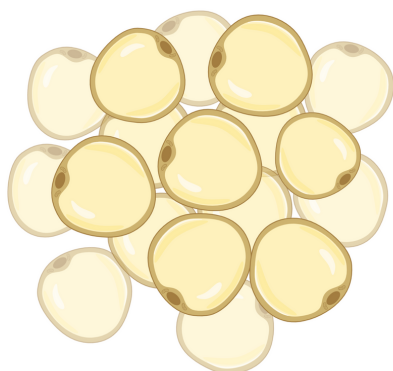


## Tkanka tłuszczowa

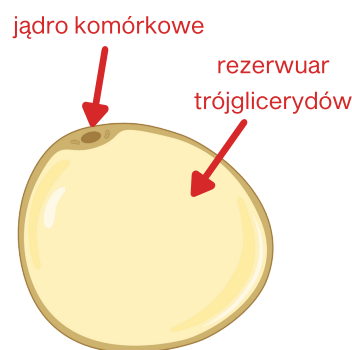
Wiemy już, że to tkanka tłuszczowa jest głównym magazynem energii organizmu. Większość z nas, gromadzi ogromne ilości energii w tkance tłuszczowej, które pozwoliłyby przetrwać wielotygodniową głodówkę. Właśnie dlatego tkankę tłuszczową nazywa się tkanką zapasową. Kwintesencją redukcji jest zużywanie kwasów tłuszczowych, budujących tkankę tłuszczową, jako energii potrzebnej w ciągu doby. Kwasy tłuszczowe pochodzące z tkanki zapasowej to jednak nie jedne kwasy tłuszczowe, które krążą w naszym organizmie. Tłuszcz jako źródło energii dostarczamy także z pożywienia. Z chemicznego punktu widzenia tłuszcz jadalny to estry kwasów tłuszczowych i glicerolu. Jednak nie wszystkie kwasy tłuszczowe są takie same. Mogą różnić się długością łańcuchów węglowych - od krótkich do średnich. Różnią się również ilością wiązań. Tłuszcze nasycone (znajdujące się głównie w produktach odzwierzęcych) nie mają podwójnych wiązań. Jednonienasycone (np. oliwa z oliwek) mają jedno podwójne wiązanie, a wielonienasycone (np. tłuszcz rybi, olej lniany) mają kilka podwójnych wiązań. Chemiczne różnice w wiązaniach tłuszczu mają wpływ na metabolizm i fizjologię. W przeciwieństwie do białek i węglowodanów tłuszcze nie są rozpuszczalne w wodzie, muszą zostać przetrawione w żołądku z pomocą kwasów żółciowych uwalnianych przez trzustkę. Po tym procesie większość tłuszczów zostaje zemulgowana na chylomikrony i wchodzi do układu limfatycznego. W przeciwieństwie do węglowodanów i białek, które kierowane są do wątroby po strawieniu i wchłonięciu. Po około 3 godzinach chylomikrony osiągają komórki tłuszczowe. Tam zaczynają działać dzięki enzymowi LPL, który uwalnia kwasy tłuszczowe z chylomikronów. Kwasy tłuszczowe mogą zostać zmagazynowane w komórkach tłuszczowych albo uwolnione do krwioobiegu do użycia przez mięśnie lub wątrobę. Czy zostaną zmagazynowane, czy uwolnione zależy od stanu metabolizmu. W zasadzie wiąże się to z podstawami biochemicznych szlaków sygnalizacyjnych. Dla uproszczenia przekazu wyobraźmy sobie, że w organizmie dominują dwa szlaki związane z innymi funkcjami - mTOR i AMPK. Szlak mTOR związany jest z magazynowaniem energii. Oczywiście nie współgra to z wykorzystywaniem kwasów tłuszczowych wskutek ich wcześniejszego uwolnienia do krwioobiegu. Przy nasilonej kinazie mTOR, kwasy tłuszczowe zostaną wbudowane w komórkę tłuszczową, powiększając zawartość całej tkanki tłuszczowej. Odwrotnie działa kinaza AMPK, która sygnalizuje potrzebę mobilizowania substratów energetycznych w celu wytworzenia energii. Związane jest to z tym, że kwas tłuszczowy zostanie uwolniony do krwioobiegu, by dostać się do tkanki, która przerobi go na energię, np. mięśnia.

Omawianie metabolizmu tłuszczów zacznijmy od kwestii ich gromadzenia, czyli odkładania w tkankę tłuszczową. Tkanka tłuszczowa pełni wiele ważnych funkcji w organizmie człowieka. Na przykład tłuszcz odgrywa kluczową rolę w strukturze i elastyczności błon komórkowych, a także pomaga regulować ruch substancji przez błony komórkowe. Specjalne rodzaje tłuszczu (znane jako eikozanoidy) mogą wywoływać wyspecjalizowane sygnały hormonalne, wywierając skomplikowaną kontrolę nad wieloma układami organizmu, głównie w stanach zapalnych lub w zakresie funkcji odpornościowych. Jednak najbardziej popularną funkcją tkanki tłuszczowej jest funkcja, o której już wspominałem - zapasowa. Tłuszcz pełni rolę wydajnego magazynu energii, ponieważ może pomieścić bardzo dużo energii na każdy gram. W rzeczywistości tłuszcz dostarcza ponad dwa razy więcej kalorii na gram niż węglowodany (9 kalorii / gram tłuszczu w porównaniu do 4 kalorii / gram węglowodanów). Przeciętny człowiek ma 30 bilionów komórek tłuszczowych skomponowanych w 90% z trójglicerydów przechowanych jako jedna duża kropelka tłuszczu. Pozostałe 10% to woda i enzymy kontrolujące metabolizm. Szacuje się, że szczupli dorośli mężczyźni przechowują około 131 000 kalorii w tłuszczu (Horowitz & Klein, 2000). To wystarczająca ilość energii, aby utrzymać życie przeciętnego człowieka przez około 65 dni. Jednak nadmierne odkładanie tłuszczu w organizmie może być niezdrowe i/lub niepożądane. Redukcja tkanki tłuszczowej, czy to ze względu na zdrowie, wyniki sportowe, czy wygląd ciała, jest jednym z najczęstszych celów w branży fitness.

Tkanka tłuszczowa to luźna tkanka łączna zbudowana z adipocytów - komórek tłuszczowych. Odpowiada za magazynowanie tłuszczów w postaci trójglicerydów. Występuje na całym ciele: pod skórą (tłuszcz podskórny), wokół narządów wewnętrznych (tłuszcz trzewny), między mięśniami, w szpiku kostnym oraz piersiach.<sup>2</sup> Mężczyźni mają tendencję do gromadzenia większej ilości tłuszczu trzewnego (wokół narządów wewnętrznych), co prowadzi do otyłości w okolicach środkowej części brzucha (tłuszcz brzuszny).<sup>3</sup> Kobiety z kolei mają tendencję do gromadzenia większej ilości tłuszczu podskórnego w pośladkach i udach.<sup>4</sup> Różnice te wynikają z różnic hormonalnych. Znacząco wyższy poziom estrogenów chroni kobiety przed odkładaniem się tłuszczu trzewnego - w okolicach brzucha.<sup>5</sup>



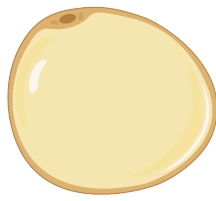
tkanka tłuszczowa



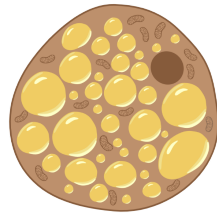
adipocyt (komórka tłuszczowa)

Mówiąc o tłuszczu zapasowym mamy najczęściej na myśli trójglicerydy zgromadzone w komórkach tłuszczowych. Jednak nie wszystkie tłuszcze w organizmie są takie same. Naukowcy wyodrębnili wiele typów tłuszczu zapasowego.<sup>6</sup> Tkankę tłuszczową możemy dzielić ze względu na kolor oraz miejsce występowania. Zaczniemy od kwestii koloru. Pierwszym, podstawowym typem jest **biała tkanka tłuszczowa** (zwana czasami żółtą), którą ludzie znają najlepiej. To tkanka tłuszczowa, której w ciele odkłada się zdecydowanie najwięcej. Wypełnia przestrzeń pomiędzy narządami i organami, pomagając w utrzymaniu stałej lokalizacji organów wewnętrznych. Co ważne, jest też największym endokrynnym gruczołem wydzielającym hormony i inne związki. Niestety nadmiar białek tkanki tłuszczowej to także najczęstsze źródło problemów z otyłością. Drugim typem tkanki tłuszczowej jest **tkanka tłuszczowa brunatna**. Swój kolor zawdzięcza bogatemu unaczynieniu i gęsto upakowanym mitochondriom zawierającym żelazo. Jest to tłuszcz, który specjalizuje się spalaniem innych tłuszczów wytwarzając ciepło - w przeciwieństwie do białego tłuszczu. Biały tłuszcz zbudowany jest głównie z trójglicerydów z niewielką ilością innych związków.<sup>7</sup> Tłuszcz brunatny natomiast, zbudowany jest głównie z mitochondriów z małą ilością trójglicerydów. Wysoka zawartość mitochondriów w tłuszczu brunatnym czyni go idealnym do spalania kwasów tłuszczowych. Zwierzęta mają dużo tłuszczu brunatnego (potrzebują go, aby utrzymać stałą temperaturę), natomiast ludzie tracą większość tego tłuszczu w wieku poniemowłęcym. Suplementy wspomagające utratę tłuszczu przez stymulację brunatnego w teorii mogłyby działać rewelacyjnie - niestety w rzeczywistości jedynie na szczurach, psach i myszach, ale nie na ludziach. Niedawno odkryto także **beżową tkankę tłuszczową**. To białe adipocyty, który zachowują się jak brązowe z powodu różnych bodźców, które aktywują wydzielanie iryzyny. Białe adipocyty zaczynają ponownie zachowywać się w typowy dla siebie sposób, gdy bodziec zanika. Iryzyna to hormon, który zamienia białą tkankę tłuszczową w brązową. Co ciekawe, ten rodzaj tkanki tłuszczowej zwiększa się wraz z wiekiem.<sup>8</sup> Ciekawostką może być **różowa tkanka tłuszczowa**. Powstaje ona tylko u kobiet ciężarnych oraz w okresie karmienia piersią. Jej rolą jest oczywiście udział w wytwarzaniu mleka.

## RODZAJE TKANKI TŁUSZCZOWEJ ZE WZGLĘDU NA KOLOR



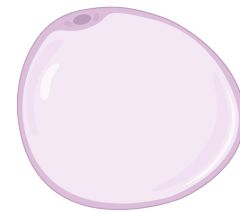
biała



brunatna



beżowa



różowa

W kwestii znaczenia dalszych rozważań chciałbym podkreślić, iż najważniejsze będą dwa rodzaje tkanki tłuszczowej - biała i brunatna. Dokonanie rozróżnienia między białą i brunatną tkanką tłuszczową jest niezwykle ważne, aby zrozumieć zabiegi przedstawiane w kolejnych rozdziałach "Redukcji 3.0" - głównie ze względu na różnice w metabolizowaniu kwasów tłuszczowych. Na przykład - brunatna tkanka tłuszczowa, tak samo jak biała, może absorbować kwasy tłuszczowe. Jednak brunatna może pobierać kwasy tłuszczowe pod wpływem stymulacji katecholamin, a tym samym pochłaniać kwasy tłuszczowe uwolnione z białej i spalać je. Biała tkanka tłuszczowa natomiast, absorbując kwasy tłuszczowe zaczyna sama rosnąć. Regulacja obu zachodzi również w nieco inny sposób. Brunatna tkanka tłuszczowa charakteryzuje się niedoborem receptorów beta2-adrenergicznych i jest bogata w receptory beta3-adrenergiczne, podczas gdy biała tkanka jest bogata w receptory beta2-adrenergiczne, ale ma stosunkowo niewiele receptorów beta3.

### beżowa tkanka tłuszczowa

### biała tkanka tłuszczowa

### brązowa tkanka tłuszczowa

- 1 kropla tłuszczu
- mało mitochondriów
- najwięcej w organizmie



- rozrzucona między białymi adipocytami
- czasami wytwarza ciepło



- wiele kropelek tłuszczu
- wiele mitochondriów
- wytwarza ciepło



### BIAŁA TKANKA TŁUSZCZOWA

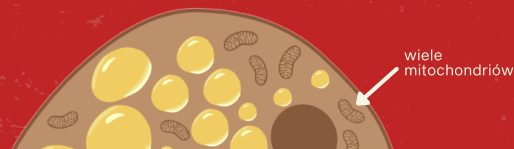
(zbudowana z białych i beżowych adipocytów)



- dominujący rodzaj tkanki tłuszczowej w organizmie
- zlokalizowana: pod skórą, wokół organów wewnętrznych, w szpiku kostnym
- główna funkcja: magazynowanie energii
- inne funkcje: izolowanie ciała przy ekstremalnych temperaturach, wydzielanie hormonów i innych substancji

### BRĄZOWA TKANKA TŁUSZCZOWA

(zbudowana z brązowych adipocytów)



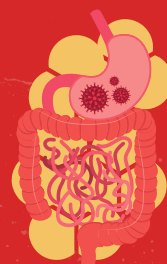
- więcej w życiu płodowym i niemowlęcym
- zlokalizowana: górna część płuc, powyżej obojczyków, wokół kręgow
- główna funkcja: generowanie ciepła

Tkankę tłuszczową możemy też podzielić ze względu na miejsce występowania. Tłuszcz zasadniczy to rodzaj tkanki tłuszczowej występujący w małej ilości (3% u mężczyzn i 9-12% u kobiet) w mózgu, rdzeniu kręgowym itd. Nie można go stracić, bo groziłoby to śmiercią. W ten sposób mamy ustaloną ostatecznie dolną granicę poziomu tłuszczu w organizmie. Powinno to wynosić około 3% dla mężczyzn i 9% dla kobiet. Przejdźmy do tkanki tłuszczowej trzewnej (wisceralnej). Jest to typ tkanki tłuszczowej, który otacza narządy wewnętrzne. Mężczyźni mają większe tendencje do gromadzenia tkanki tłuszczowej wisceralnej, ponieważ testosteron i kortyzol pobudzają jej wytwarzanie. Kobiety, które biorą sterydy anaboliczne lub mają wyższy poziom testosteronu niż powinny, gromadzą tę tkankę w większych ilościach niż kobiety nie używające SAA. Typ tłuszczu nazwany ze względu na lokalizację gromadzenia, którym najbardziej interesują się naukowcy i kulturyści, to tłuszcz podskórny występujący, jak sama nazwa wskazuje - pod skórą. To biała tkanka tłuszczowa, która u mężczyzn osadza się na brzuchu i na bokach, a u kobiet w okolicy bioder, na nogach i pośladkach. Dzieje się to pod wpływem testosteronu/kortyzolu u mężczyzn i estrogenu/progesteronu u kobiet. Ciekawostką może stanowić fakt, że gdy lekarze zabierają się za korektę płci za pomocą hormonów widzą zmiany w poziomie tłuszczu. Mężczyźni zaczynają nabierać tłuszczu na wzór kobiecy, a kobiety na wzór męski. Kobiety po menopauzie (zmniejszające produkcję estrogenu) mają tendencje do tracenia tłuszczu w okolicach kobiecych i nabierania na brzuchu. Niektóre osoby mają korzystny wizualnie, równomierny rozkład tłuszczu i wyglądają proporcjonalnie, mimo że mają sporo tkanki zapasowej. Ci którzy nie mają tego szczęścia (zdecydowana większość populacji), mogą wyróżnić podskórną tkankę tłuszczową normalną i oporną. Normalny tłuszcz to taki, który możemy spalić bez większego problemu. Lekkie obcięcie kalorii, lekkie ćwiczenia i tłuszcz spala się bez większego problemu. Tłuszcz oporny jest innego typu. Nabiera się go na początku i gubi na samym końcu. Oporna tkanka tłuszczowa jest ciężka do pozbycia się z dwóch podstawowych powodów. Po pierwsze ze względu na przewagę specyficznych receptorów, które wywołują efekt utrzymujący tkankę tłuszczową w całości na swoim miejscu (antylipolityczny). Po drugie ze względu na ograniczony przepływ krwi, z którą wędrują związki nasilające rozpad tkanki tłuszczowej. Temat ten rozwinę w dalszej części tego rozdziału.

## RODZAJE TKANKI TŁUSZCZOWEJ ZE WZGLĘDU NA MIEJSCE WYSTĘPOWANIA



zasadnicza  
- mózg, szpik kostny



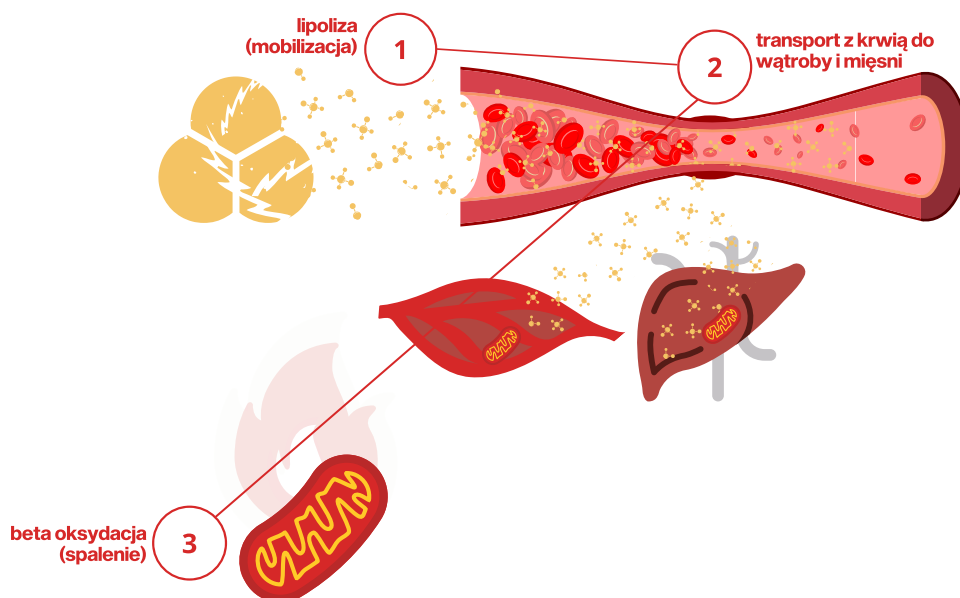
międzynarządowa (wisceralna)



podskórna  
- ilość zależna od lokalizacji

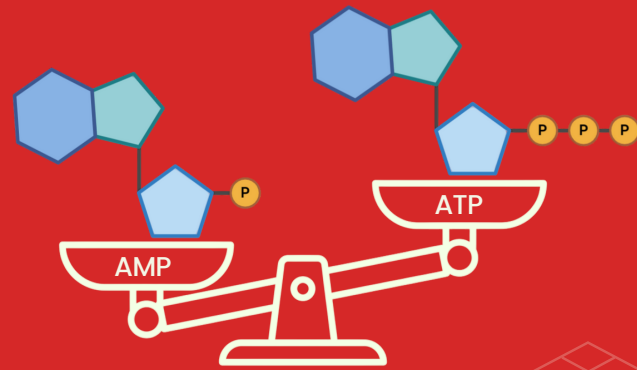
## Mobilizacja tkanki tłuszczowej

Nadrzędnym celem redukcji jest oczywiście pozbywanie się tkanki zapasowej. Zanim przejdziemy do rozdziałów praktycznych, warto dowiedzieć się jak wygląda proces uszczuplania zapasów tłuszczowych. Zrozumienie procesu redukcji tkanki tłuszczowej związane jest z dokładnym poznaniem procesu mobilizacji zapasów tłuszczowych z komórek tłuszczowych oraz ich spalaniem. Warto zrozumieć na początku, co oznacza „strata” lub „spalanie” tkanki tłuszczowej. Oznacza to, że tłuszcz zapasowy jest uwalniany z komórek tłuszczowych i zamieniany na energię. Wiele narządów w organizmie (z pewnym wyjątkami, jak np. mózg) może używać kwasów tłuszczowych jako paliwa, ale najważniejsze z nich, które nas interesują to wątroba i mięśnie. Mózg nie potrafi wykorzystywać tłuszczu bezpośrednio jako energii, ale potrafi wykorzystywać ketony – produkt przemian metabolicznych tłuszczów w wątrobie. Zatem jak szczegółowo wygląda proces utraty tłuszczu? Będą nas interesowały trzy podstawowe procesy – mobilizacja, transport i utylizacja (spalanie). Używając bardziej fachowych nazw można powiedzieć – lipoliza, transport i beta-oksydacja. Zaczniemy od mobilizacji.



Pierwszym procesem, który następuje w procesie redukcji tkanki tłuszczowej jest uwolnienie kwasów tłuszczowych z adipocytów. Jest to bardzo ważny proces, bowiem bez uwolnienia kwasów tłuszczowych z komórki, nie może dojść do ich końcowego przetworzenia na energię. Jak już wiemy, tłuszcz zapasowy to głównie trójglicerydy z małą ilością wody oraz enzymów. Mobilizacja tłuszczu wymaga rozbicia trójglicerydów na trzy kwasy tłuszczowe i cząsteczkę glicerolu. Kluczowy enzym wpływający na ten proces to hormonozależna lipaza/esteraza cholesterolowa (HSL). Mimo że reguluje go sporo hormonów, m.in. testosteron, kortyzol, estrogen oraz hormon wzrostu (zwiększają lub zmniejszają jego poziom w tkance tłuszczowej), główną rolę w odniesieniu praktycznym będą grać tutaj insulina i katecholaminy. Głównym dezaktywatorem HSL jest insulina, która wpływa na HSL już przy niskich ilościach. Dostatecznie duża ilość insuliny we krwi obniża ekspresję HSL o 50%. Lekkie wzrosty insuliny spowodowane np. zjedzeniem węglowodanów lub białek ułatwiają osłabienie HSL. Z drugiej strony, już przeciętne stężenie trójglicerydów we krwi hamuje HSL, w związku z czym nie możemy za to obwiniać samej insuliny. Za każdym razem, gdy spożywamy kalorie, wydzielanie HSL hamuje. Głównymi hormonami, które aktywują HSL są katecholaminy: adrenalina i noradrenalina. Adrenalina wytwarzana jest przez korę nadnerczy i przenoszona przez krew, wpływając na liczne tkanki w organizmie. Noradrenalina z kolei uwalniana jest z zakończeń nerwowych, które oddziałują bezpośrednio z komórkami. Zarówno insulina jak i katecholaminy wpływają na poziom cyklicznego AMP (cAMP) w komórkach tłuszczowych, który określa jak bardzo aktywny jest HSL.

Poziom energii w komórce regulowany jest przez stosunek ATP do AMP. ATP to cząsteczka energetyczna, z której organizm jest w stanie wytworzyć energię. AMP to cząsteczka już wykorzystana. Logiczne więc, że gdy poziom cyklicznego AMP (cAMP) przeważa nad ATP, status energetyczny komórki jest niski. Determinuje to wzrost aktywności kinazy AMPK, związanej z mobilizowaniem substratów energetycznych - w tym kwasów tłuszczowych. Gdy poziom cAMP jest wysoki, wysoki jest również poziom HSL i rozpad tłuszczów. Gdy poziom cAMP jest niski, niski jest poziom HSL oraz rozpad tłuszczów.



Insulina zmniejsza ilość cAMP oraz katecholamin. Im wyższy poziom cAMP, tym wyższy poziom HSL i więcej zapasów tłuszczowych ulega uwolnieniu z komórek tłuszczowych. A więc oczywistym jest, że jeżeli chcemy efektywnie spalać tkankę tłuszczową – korzystnym będzie wysoki poziom cAMP. Podsumowując, lipoliza, czyli proces uwolnienia kwasów tłuszczowych z komórki tłuszczowej to pierwszy etap uszczuplania zasobów tkanki zapasowej. Komórkę tłuszczową można wyobrazić sobie jako plaster miodu, kwasy tłuszczowe natomiast jako sam miód, znajdujący się w woskowych plastrach. Proces lipolizy to wypuszczenie czystego miodu z plastra. Oczywiście nie prowadzi to jeszcze do zlikwidowania samego miodu, podobnie jak lipoliza nie prowadzi do zlikwidowania materiału komórki tłuszczowej. Natomiast aby do lipolizy doszło, bardzo ważna jest aktywność enzymu HSL, za pośrednictwem którego trójglicerydy rozbijane są na, mogące krążyć we krwi i ulegać wykorzystaniu, kwasy tłuszczowe.

### Receptory adrenergiczne

Choć lipoliza odbywa się za pośrednictwem enzymu HSL, sygnałem dla komórki tłuszczowej jest coś innego. Lipoliza adipocyty regulowana jest przez adrenoreceptory, zwane także receptorami adrenergicznymi. Patrząc od strony katecholamin - wszystkie hormony pracują dzięki specyficznym receptorom i te nie są wyjątkiem, mając swoje receptory. Omawiając adrenoreceptory, znajdujące się na komórkach tłuszczowych (choć tego typu receptory znajdują się również na innych tkankach), należy wyróżnić ich dwa podstawowe rodzaje - alfa i beta. Są dwa ważne rodzaje adrenoreceptorów – alfa i beta, występujące na obszarze całego organizmu. Generalizując, receptory alfa działają antylipolitycznie (przyłączenie się do nich katecholamin zapobiega lipolizie), natomiast receptory beta prolipolitycznie (przyłączenie się do nich katecholamin uruchamia lipolizę). W roli ścisłości jednak, możemy wyróżnić trzy podstawowe rodzaje beta receptorów - beta-1, beta-2, beta-3 oraz dwa rodzaje alfa receptorów alfa-1 i alfa-2. Ciekawostką może być fakt, iż istnieją jeszcze podtypy każdego adrenoreceptora, ale dla uproszczenia przekazu nie będę tego zagadnienia omawiał.



**katecholaminy wiążą się z receptorami adrenergicznymi**

**zawiązanie katecholamin do receptorów beta inicjuje lipolizę, do receptorów alfa-2 hamuje ją**



**receptor  $\beta_1$**



**receptor  $\beta_2$**



**receptor  $\beta_3$**



**receptor  $\alpha_1$**



**receptor  $\alpha_2$**