

Christoph Michalk

POTĘŻNA MOC MITOCHONDRIÓW

Jak dieta, aktywność fizyczna
i geny aktywują biochemię
organizmu dając zdrowie
i odporność na choroby

vital
DZIAŁALNIA ŻYWIENIA



POTĘŻNA
MOC
MITOCHONDRIÓW

Christoph Michalk

POTĘŻNA

MOC

MITOCHONDRIÓW

Jak dieta, aktywność fizyczna
i geny aktywują biochemię
organizmu dając zdrowie
i odporność na choroby

vital
GWARANCJA ZDROWIA



REDAKCJA: Katarzyna Masłowska
SKŁAD: Aleksandra Lipińska
PROJEKT OKŁADKI: Aleksandra Lipińska
TŁUMACZENIE: Beata Bulkowska-Gottschling

Wydanie I
Białystok 2022
ISBN 978-83-8272-006-8

Tytuł oryginału: *Gesundheit optimieren – Leistungsfähigkeit steigern; Fit mit Biochemie*

First published in German under the title
Gesundheit optimieren – Leistungsfähigkeit steigern; Fit mit Biochemie
by Christoph Michalk, edition: 1

Copyright © Springer-Verlag GmbH Deutschland, part of Springer Nature, 2019 *
This edition has been translated and published under licence from Springer-Verlag GmbH,
DE, part of Springer Nature. Springer-Verlag GmbH, DE, part of Springer Nature takes no
responsibility and shall not be made liable for the accuracy of the translation

© Copyright for the Polish edition by Wydawnictwo Vital, Białystok 2020
All rights reserved, including the right of reproduction in whole or in part in any form.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Bez uprzedniej pisemnej zgody wydawcy żadna część tej książki nie może być powielana w jakimkolwiek procesie mechanicznym, fotograficznym lub elektronicznym ani w formie nagrania fonograficznego. Nie może też być przechowywana w systemie wyszukiwania, przesyłana lub w inny sposób kopiowana do użytku publicznego lub prywatnego – w inny sposób niż „dozwolony użytek” obejmujący krótkie cytaty zawarte w artykułach i recenzjach.

Książka ta zawiera porady i informacje odnoszące się do opieki zdrowotnej. Nie powinny one jednak zastępować porady lekarza ani dietetyka. Jeśli podejrzewasz u siebie problemy zdrowotne lub wiesz o nich, powinieneś skonsultować się z lekarzem, zanim rozpoczniesz jakiegokolwiek program poprawy zdrowia czy leczenia. Dołożono wszelkich starań, aby informacje zaprezentowane w tej książce były rzetelne i aktualne podczas daty jej publikacji. Wydawca ani autor nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek skutki dla zdrowia, mogące wystąpić w wyniku stosowania zaprezentowanych w książce metod.



15-762 Białystok
ul. Antoniuk Fabr. 55/24
85 662 92 67 – redakcja
85 654 78 06 – sekretariat
85 653 13 03 – dział handlowy – hurt
85 654 78 35 – www.vitalni24.pl – detal
strona wydawnictwa: www.wydawnictwovital.pl
Więcej informacji znajdziesz na portalu www.odzywianie24.pl

PRINTED IN POLAND

Spis treści

Nasza ewolucja wskazuje nam drogę.....	11
Biochemia: podstawa twojego zdrowia i sprawności	31
Za kulisami: jak człowiek wchodzi w interakcję ze swoim otoczeniem	59
Biochemia stosowana I: niezbędne mikroelementy	73
Biochemia stosowana II: mitochondria	89
Biochemia stosowana III: hormony i substancje semiochemiczne	113
Biochemia stosowana IV: neuroprzekaźniki.....	157
Biochemia stosowana V: zdrowie tętnic.....	175
Biochemia stosowana VI: insulinowrażliwość	195
Biochemia stosowana VII: maksimum genetyczne	227
Posłowie: „Nie rozdzielaj – to część wyniku”	331
Indeks	335

Słowo wstępne

Droga czytelniczko, drogi czytelniku, wszystko, co przeczytasz w tej książce, zostało napisane przeze mnie. Abyś wiedział, kogo tak naprawdę słuchasz, chciałbym bardzo krótko opowiedzieć ci coś o sobie.

Wkrótce skończę 28 lat. Należę zatem zdecydowanie do młodszego pokolenia tych autorów, którzy piszą na temat zdrowia i sprawności. Ale dlaczego w ogóle interesuje mnie ten temat?

Od najmłodszych lat zawsze fizycznie musiałem robić trochę więcej niż inni. Pytanie „dlaczego“ towarzyszyło mi zatem przez połowę mojego życia. W międzyczasie, mimo to, byłem ambitnym sportowcem wyczynowym (piłka ręczna na wysokim poziomie przez półtorej dekady, później triathlon, dziś sport siłowy). Następnie studiowałem sport i biologię, aby zostać nauczycielem w gimnazjum, z czego musiałem zrezygnować na krótko przed ukończeniem studiów z powodu nieszczęśliwego zrządzenia losu, które kosztowało mnie wiele pobytów w szpitalu.

W okresie kiedy byłem studentem szkoły sportowej, a także już wcześniej, miałem styczność z wieloma różnymi formami odżywiania i dietami, często osiągając docelową masę zawodniczą i niską, jednocyfrową wartość procentową tkanki tłuszczowej przez cały rok.

Z biegiem lat odkryłem przyczynę, która w moich oczach była odpowiedzialna za wiele moich (zdrowotnych i sportowych) problemów: w ciągu zaledwie niewielu tygodni, stosując metody, które znajdziesz w tej książce, podwoiłem poziom moich hormonów tarczycy, które wcześniej były zbyt niskie. Takiej siły działania nie spodziewałem się w najmniejszym stopniu i w rezultacie w moim życiu wiele się zmieniło. Musiałam na nowo poznać swoje ciało.

Nieco później zacząłem studiować nauki przyrodnicze, a na początku 2014 roku założyłem bloga o nazwie edubily – miała to być moja własna terapia. Pomyślałem: to, co wiem o biochemii organizmu i czego nauczyłem się na podstawie swojego zachowania, chciałbym przekazać innym ludziom, aby nie popełniali tych samych błędów co ja.

Uzyskałem tytuł licencjata nauk przyrodniczych w dziedzinie biochemii komórkowej (ocena: 6). Niestety w połowie studiów magisterskich (biologia molekularna komórki) na raka zmarła moja mama. Z tego i innych powodów zdecydowałem się w pełni skoncentrować na mojej roli autora w edubili, która przez lata dość urosła – i na razie nie przyjmować upragnionego stanowiska doktoranta.

Chciałbym, aby lektura tej książki przyniosła ci kilka momentów, w których zakrzykniesz „eureka!” – i że odkryjesz w niej wiele wskazówek i trików, które mogą ci pomóc.

Z wyrazami szacunku

Chris Michalk
Wallerfangen, Niemcy

Przedmowa

Jest wielu ludzi, którzy ponad 70 lat żyją w ciele, o którym niewiele wiedzą. Na szczęście żaden lew na świecie nie musi najpierw przeczytać książki o biochemii, aby prowadzić zdrowe życie.

Różnica w stosunku do nas jest taka, że lew żyje w środowisku, do którego jest przystosowany – nie musi wcale nic wiedzieć o swoim ciele. Informacja zwrotna, jaką daje mu jego organizm w danym momencie, jest wystarczająca. To, co robi na co dzień i co daje mu jego naturalne środowisko, jest dostosowane do potrzeb jego organizmu.

U nas, ludzi, ten precyzyjnie wyregulowany system w wielu przypadkach stracił równowagę. Żyjemy zbyt oderwani od naszych korzeni, w świecie, do którego ludzkie ciało nie jest przystosowane. Zrodziło to wiele problemów, którymi zajmuje się nauka. Właśnie dlatego mamy dzisiaj wiele ciekawych odkryć, które mogą przynieść ci korzyści. Jednocześnie pozostaliśmy w zasadzie takimi samymi prostymi istotami żywymi i dlatego często mamy podobne potrzeby jak wiele innych istot żywych na tej ziemi.

To znaczy, że metody, z pomocą których możesz stać się i pozostać zdrowym i sprawnym, nie różnią się od tych stosowanych przez lwa. Również ty możesz odnieść korzyści ze stosowania odpowiedniej diety i zażywania regularnego ruchu.

Ta książka ma na celu przybliżyć ci ekscytujący świat „biochemii stosowanej” i wypełnić nieco nudne terminy „odżywianie” i „ruch” dużą ilością podstawowej wiedzy i informacji. Zdobędziesz w ten sposób wiedzę na temat ciała, która może być niezwykle motywująca.

W związku z tym zauważmy najpierw: wiemy, że jesteśmy. Wiemy, że właśnie teraz, w tym momencie, patrzymy własnymi oczami na świat i w świat. Prawdopodobnie nigdy nie będziemy w stanie opisać tego, kim jesteśmy. Pewne jest jednak to, że wszystko na tym świecie podlega prawom nauk przyrodniczych: mózg, którego używasz, serce, które bije dla ciebie, i nogi, które niosą cię przez świat: to wszystko funkcjonuje, ponieważ umożliwiają to prawa chemiczne i fizyczne.

To, czego w ogóle możesz doświadczyć, zależy od twojego ciała – siedzisz, że tak powiem, w kinie i przeżywasz swoje własne życie. Między tym, co dzie-

je się poza twoim ciałem a tobą samym jest pewnego rodzaju tłumacz, który sprawia, że to, co dzieje się na zewnątrz, staje się dla ciebie odczuwalne.

To właśnie ten tłumacz sprawia, że twoja rzeczywistość w ogóle powstaje! W najdrobniejszych szczegółach oznacza to, że między tobą a życiem stoi twoja biochemia, czyli tłumacz. Bez właściwych neuroprzekazników nie widzisz sensu istnienia. Bez odpowiedniego układu odpornościowego nie jesteś zdolny do życia. I na koniec: bez mięśni w ruchu zabraknie ci substancji, które zapewniają ci zdrowie.

Jeśli na tym najniższym poziomie wkradną się błędy, może to mieć poważne konsekwencje dla poziomu makro, czyli naszego życia. A mamy je tylko jedno. Z tego powodu każdy człowiek powinien wiedzieć więcej o swoim własnym organizmie, a zwłaszcza o własnej biochemii. Przedmiot szkolny o nazwie „biochemia stosowana: niezbędna wiedza o własnym ciele“ byłby z pewnością świetnym wzbogaceniem.

Chris Michalk

Wallerfangen, Niemcy

październik 2018

AMPK i mTOR są rywalami. Inicjują co prawda różne procesy, w końcu jednak to synergizm i współpraca są decydujące. Całe życie twoich komórek obraca się właśnie wokół tego dualizmu, wokół „rozmnażania“, a zatem wzrostu i przetrwania, czyli odporności na stres (**Ilustracja 2.5**).

2.5 Poziom cukru we krwi a tkanka tłuszczowa

Doprecyzujmy, a także wyjaśnijmy, czym właściwie jest niedobór i nadmiar pożywienia z biochemicznego punktu widzenia. To muszą być oczywiście procesy chemiczne, inaczej nasze komórki w ogóle by ich nie rozumiały.

Twój organizm zna trzy istotne składniki pożywienia: tłuszcze, węglowodany i proteiny (białka). Możesz to przeczytać na opakowaniach produktów spożywczych. Tam zawsze znajdziesz podane dokładne ich ilości.

2.5.1 Jak węglowodany sygnalizują również nadmiar

Pytanie brzmi, co dzieje się z substancjami odżywczymi po ich spożyciu. Zaczniemy najpierw od historii węglowodanów. Są to w zasadzie duże substancje składające się z pojedynczych jednostek. Każdy z was zna pojęcie „cukier”. Jednak tylko nieliczni wiedzą, co to tak naprawdę jest. Istnieje wiele różnych cukrów, a każdy z nich ma inne działanie w organizmie.

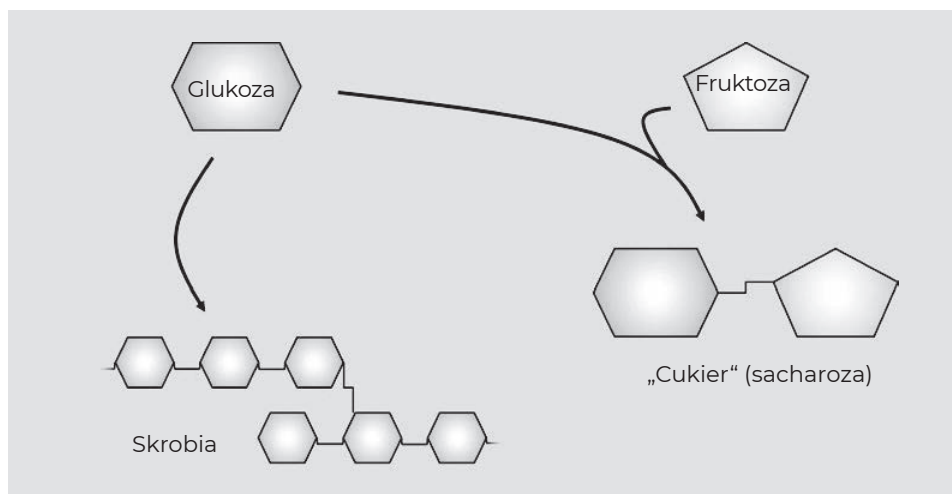
Kiedy mówimy o cukrze, zazwyczaj mamy na myśli ten cukier, który stoi w naszej szafce i trafia o 15.30 do naszej kawy. Ten biały cukier składa się z dwóch części: jednej części dobrze już znanej fruktozy i jednej części glukozy (**Ilustracja 2.6**). Oczywiście te dwie poszczególne części składają się z atomów, a mianowicie z atomów węgla, wodoru i tlenu.

Ziemniak czy bułka różnią się od białego cukru stołowego tym, że zawarte w nich węglowodany są znacznie większe, mają o wiele więcej atomów i więcej pojedynczych części: ziemniaki i bułki składają się z ogromnych łańcuchów glukozy.

➤ Takie duże węglowodany zapasowe pochodzenia roślinnego, składające się z długich łańcuchów glukozy, nazywane są skrobią.

Jednak nasze komórki, a dokładniej mitochondria, nie wykorzystują węglowodanów w całości, a jedynie ich najmniejsze jednostki. Na przykładzie skrobi, takiej jak ziemniaczana, byłaby to glukoza. Twoje mitochondria chciałyby móc przetworzyć cząsteczkę glukozy. Oczywiście nie tylko jedną cząsteczkę glukozy, ale tysiące cząsteczek glukozy. Z tych cząsteczek glukozy twoja komórka pozyskuje energię w postaci ATP.

Informacje o tym, ile energii komórka może pozyskać z poszczególnych substratów, czyli najmniejszych jednostek węglowodanów, tłuszczów i białek, można również znaleźć na opakowaniach produktów spożywczych. Tam czytamy o kaloriach.



Ilustracja 2.6 Cukry proste: glukoza i fruktoza, są najmniejszymi jednostkami węglowodanowymi. Po strawieniu glukoza i fruktoza trafiają do komórek i tam są przetwarzane. Skrobia składa się z długich łańcuchów glukozy, cukier stołowy (sacharoza) to dwucukier, który składa się z jednej jednostki glukozy i jednej jednostki fruktozy

Zadaniem twojego jelita jest przy tym przetworzenie ogromnych łańcuchów węglowodanów w taki sposób, aby na końcu poszczególne jednostki glukozy mogły przepłynąć do krwi i ostatecznie dotrzeć do każdej komórki. Tę pracę przejmują enzymy, które są wytwarzane przez trzustkę i żołądek i uwalniane do układu pokarmowego. Enzymy te mogą rozbijać długie łańcuchy węglowodanowe, tak że pozostają tylko pojedyncze cząstki glukozy.

Jeśli zjesz ziemniaka, to kilka minut później jednostki glukozy wystrzelą do krwi. Twój organizm musi pamiętać o tym, aby poziom cukru we krwi pozostawał w miarę stabilny. Dlatego nie powinny występować wartości ekstremalne. Tak zwanymi zakresami fizjologicznymi zajmujemy się bardziej szczegółowo w dalszej części książki. Teraz twój organizm będzie robić dwie rzeczy:

- Dostarczy on glukozę tam, gdzie będzie mogła być wykorzystana do pozyskiwania energii.
- Zadbaj o to, aby stężenie cukru we krwi zbyt nie wahało.

W gruncie rzeczy te dwa punkty są niezbędne dla przetrwania twoich komórek, a tym samym dla naszego własnego przetrwania.

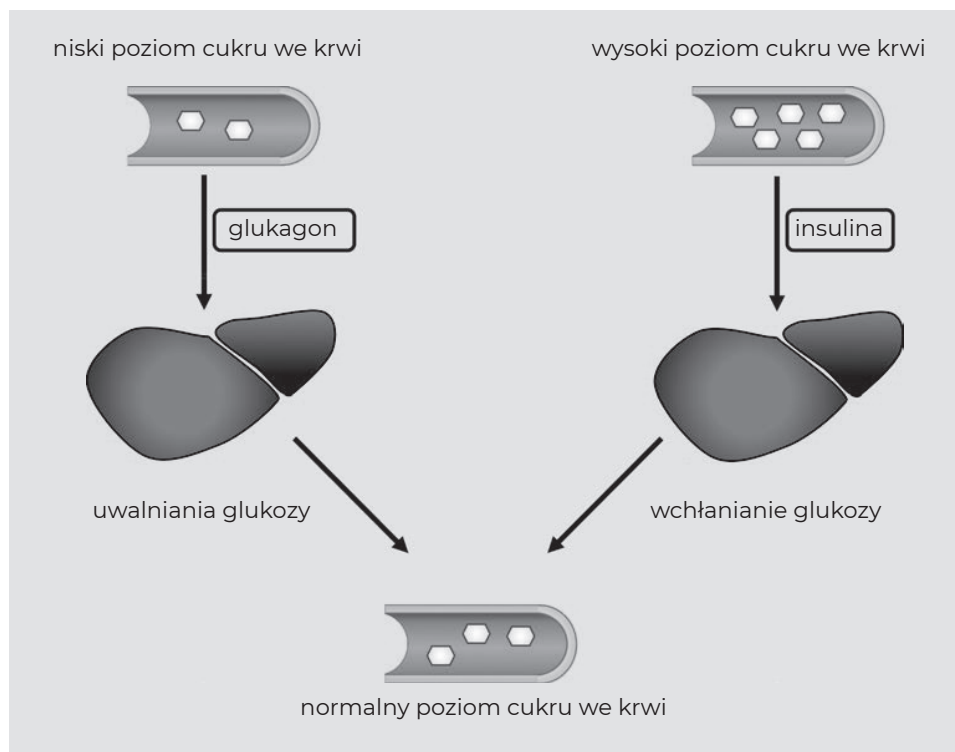
Główną rolę w tej regulacji odgrywają dwa hormony. Z jednej strony przez komórki trzustki jest do krwi uwalniana insulina. Ta właśnie insulina działa jak klucz do naszych komórek i otwiera bramy dla przepływu cukru z krwi do naszych komórek. Należy podkreślić: duża część wychwytu glukozy w naszych komórkach odbywa się całkowicie bez udziału insuliny, po prostu dlatego, że komórki są „głodne” i pobierają glukozę niezależnie od insuliny. Zasadniczo jednak zadaniem insuliny jest zapewnienie, aby poziom cukru we krwi zbyt nie wzrastał. Insulina obniża zatem poziom cukru we krwi.

Inny hormon – glukagon – wydzielany również przez komórki trzustki jest uwalniany, gdy spada poziom glukozy we krwi. Glukagon podnosi poziom cukru we krwi (**Ilustracja 2.7**). Zarówno insulina, jak i glukagon oddziałują na wiele komórek, ale przede wszystkim na komórki wątroby. Dzieje się tak dlatego, że wątroba jest centralnym miejscem magazynowania i uwalniania glukozy.

Wątroba jest więc głównym miejscem regulacji poziomu cukru we krwi. Komórki wątroby pełnią wiele funkcji, ale jedną z najważniejszych jest uwalnianie glukozy, aby poziom cukru we krwi nie spadł zbyt i pozostawał w określonym zakresie fizjologicznym. Główną formą magazynowania glukozy w twoim organizmie jest glikogen – analogiczny do skrobi zawartej w roślinach.

Ale dlaczego właściwie tak często mówi się o poziomie cukru we krwi i jego znaczeniu? Wiesz o tym na pewno. W czasopiśmie czytasz o produktach spożywczych, które utrzymują twój poziom cukru we krwi na stałym

poziomie. Ostatnio stało się to bardzo ważne. Możesz oczywiście poddać się pomiarowi poziomu cukru we krwi u swojego lekarza. Wynosi on rano, na czczo, z reguły od 80 do 95 mg/dl. To jest „normalne”. Ponieważ wartość ta wzrasta po spożyciu węglowodanów, średnie wartości cukru we krwi w granicach 100-105 mg/dl są w porządku – możesz to określić w formie długoterminowego poziomu cukru we krwi HbA1c.



Ilustracja 2.7 Glukagon i insulina regulują stężenie cukru we krwi. Gdy poziom cukru we krwi jest niski, trzustka uwalnia glukagon, który oddziałuje na wątrobę i stymuluje tam uwalnianie glukozy. W wyniku tego wzrasta poziom cukru we krwi. Insulina z kolei jest uwalniana przez trzustkę, gdy poziom cukru we krwi wzrasta, i powoduje, że wątroba i inne tkanki wchłaniają glukozę, co z kolei powoduje spadek poziomu cukru we krwi

Ale dlaczego właściwie poziom cukru we krwi musi być utrzymywany w wąskich zakresach? Mózg, twoje komórki nerwowe, niektóre komórki nerek i twoje czerwone krwinki są całkowicie zależne od glukozy, czyli cukru.

Jak zobaczysz później, metabolizm glukozy może być w pewnych okresach (na przykład podczas postu) obniżony poprzez zwiększone wykorzystanie innych substratów. Ale nawet w takich sytuacjach mózg nadal potrzebuje pewnego odsetka glukozy. Z drugiej strony poziom cukru we krwi nie może być stale podwyższony, bo w przeciwnym razie powstają na przykład advanced glycation end-products (AGE), czyli scukrzzone białka i tłuszcze, które pozostają w ścisłym związku z przedwczesną śmiercią.

Komórki twojego mózgu, komórki twojego układu nerwowego i czerwone krwinki nie mają możliwości magazynowania dużych ilości cukru, ale są uzależnione od jego stałego dopływu. Dlatego poziom cukru we krwi nigdy nie spada do 0. Jeśli tak się stanie, to już po nas. W rzeczywistości, nawet w okresach, kiedy w ogóle nie spożywasz żadnych węglowodanów, długoterminowy poziom cukru we krwi HbA1c nie różni się od tego, który miałbyś, gdybyś regularnie spożywał węglowodany. Oto jak dobrze działa ta regulacja.

Twoja wątroba posługuje się również językiem biochemii. Aby wątroba mogła uwalniać lub magazynować glukozę, musi otrzymywać sygnały. W tym przypadku otrzymuje te sygnały od insuliny (wymusza wychwyt glukozy) i glukagonu (wymusza uwalnianie glukozy). Oczywiście takie hormony wywołują złożone kaskady reakcji nie tylko w komórkach naszej wątroby, ale w wielu komórkach organizmu. Wątroba jest tylko jednym z bardzo dobrych tego przykładów.

Wróćmy jeszcze raz do twoich komórek: okazuje się, że insulina i aminokwasy (najmniejsze jednostki protein) są uniwersalnym sygnałem na to, że dostępna jest wystarczająca ilość pożywienia – w ten sposób komórkom jest sygnalizowany nadmiar pożywienia. Glukoza hamuje aktywność AMPK, ale sam mTOR może ona aktywować tylko w połączeniu z insuliną (por. Naito i in. 2013). Również w przypadku insuliny obowiązuje zasada, że pełna aktywność mTOR może być osiągnięta tylko wtedy, gdy jednocześnie obecne są aminokwasy. Ma to również sens, ponieważ mTOR ma za zadanie i dąży do aktywowania syntezy białek – a do tego potrzebuje aminokwasów (Drummond i in. 2008).

Ogólnie rzecz biorąc, oznacza to, że mTOR może osiągnąć swoją pełną aktywność dopiero wtedy, gdy spożywane są jednocześnie większe ilości bia-

łek (aminokwasów) i węglowodanów – w następstwie tego znacznie wzrasta poziom insuliny, ponieważ zarówno węglowodany, jak i białka stymulują wydzielanie insuliny (**Ilustracja 2.8**).

➤ **Insulina wraz z aminokwasami aktywuje mTOR, a tym samym syntezę białek.**

2.5.2 Tłuszcze i kwasy tłuszczowe: droga do komórek twojego organizmu

Jak z pewnością wiesz, organizm jako źródło energii wykorzystuje nie tylko węglowodany, ale również tłuszcze. Dlatego posiadasz odpowiednią tkankę, która jest ogromnym rezerwuarem energii, który jest dla ciebie – właściwie – dostępny stale i przez całą dobę.

Węglowodany, jak już powiedziałem, również składają się z pojedynczych jednostek, które są połączone ze sobą, tworząc długie łańcuchy. Te duże struktury są rozkładane w jelicie na ich poszczególne części (glukoza). Dotyczy to również tłuszczów: najpierw muszą one zostać rozłożone na swoje poszczególne składniki (trzy kwasy tłuszczowe) (**Ilustracja 2.9**). Ten proces rozkładu odbywa się – podobnie jak w przypadku węglowodanów – w jelicie. To właśnie tam znajdują się enzymy rozkładające tłuszcz, zwane lipazami. W tym przypadku lipazy jelitowe rozkładają trójglicerydy na kwasy tłuszczowe.

Zanim jeszcze kwasy tłuszczowe dotrą do naczyń limfatycznych lub krwioobiegu, są ponownie łączone w komórkach jelitowych, tworząc trójglicerydy. Biochemicznym terminem określającym to zjawisko jest „estryfikacja”. Ten ponownie złożony tłuszcz potrzebuje białka transportowego, aby mógł być rozpuszczalny we krwi. Jak pewnie na co dzień obserwujesz w kuchni, tłuszcz nie jest rozpuszczalny w wodzie. Dlatego twój organizm owija go w opakowania, które sprawiają, że staje się rozpuszczalny w wodzie. Twój lekarz może zmierzyć poziom tego unoszącego się we krwi tłuszczu. Jeśli wartość jest wyższa niż 250, najprawdopodobniej zobaczysz uniesiony palec wskazujący lekarza, którym ci pogrozi.

5.1 „Przemiana materii” zachodzi w mitochondriach

Co dokładnie rozumie się przez metabolizm? „Ten to ma dobrą przemianę materii i dlatego może dużo jeść...” Czy jest coś, na czym można to oprzeć?

Przyjrzyjmy się królestwu zwierząt. Kolibry należą do zwierząt, które naukowcy podziwiają i badają. W porównaniu z innymi ptakami wykazują się one dziesięciokrotnie większym przyswajaniem tlenu. Ale dlaczego potrzebują one tak dużo tlenu? Zwierzęta te należą z pewnością do najlepszych sportowców na naszej planecie. Osiągnięcia sportowców – w tym zwierząt – regulowane są w dużej mierze przez dostępność tlenu. Znasz to z pewnością bardzo dobrze: kiedy mięsień odmawia posłuszeństwa, a ty ledwo dyszysz, osiągnąłeś swój limit wydajności.

W 2010 r. zespół naukowców wykazał, że im więcej tlenu może związać komórka mięśniowa, tym większe jest zużycie energii (Schiffer i in. 2010). Istnieje zatem wzajemna zależność pomiędzy zużyciem energii a wykorzystaniem tlenu. Jeden kierunek jest ci doskonale znany: im więcej energii zużywasz, na przykład podczas uprawiania sportu, tym więcej potrzebujesz tlenu.

➤ Jednak prawdą jest również: im więcej tlenu mięsień jest w stanie z natury związać, tym większe jest jego zużycie energii.

Ze względu na wysokie zapotrzebowanie na tlen, nasze kolibry wykształciły oczywiście mechanizmy pozwalające im lepiej go wiązać w komórkach. Wskutek tego zużycie energii przez te zwierzęta wzrasta nawet w stanie spoczynku.

Zespół naukowców może nam również powiedzieć, jak dokładnie jest wiązany tlen w mięśniach: znajdziemy tam naturalnie wiele mitochondriów. Ponieważ tlen jest potrzebny do pozyskiwania energii (dlatego oddychamy), a pozyskiwanie energii odbywa się przeważnie w mitochondriach, znajdziemy w nich określone proteiny, które mogą wiązać tlen. Im więcej tych białek jest dostępnych, tym więcej tlenu jest wiązane i tym więcej energii zużywa komórka mięśniowa – ot tak po prostu, bez uprawiania sportu.

Żaden inny badany do tej pory parametr nie prognozuje wydatku energetycznego tak dobrze jak *mitochondrialna zdolność wiązania tlenu*. Naukowcy twierdzą, że ta zdolność do wiązania tlenu w komórkach określa

podstawową przemianę materii, która u człowieka wynosić od 1000 kcal do 2000 kcal. W tym celu zbadano BMR badanych osób w stosunku do zdolności wiązania tlenu. BMR oznacza „basal metabolic rate“, po polsku: podstawową przemianę materii. Podstawowa przemiana materii jest tym, co organizm po prostu przetwarza, bez wykonywania przez nas choćby jednego kroku. W badaniu różnica BMR między dwoma osobnikami wynosiła do 1000 kcal. Bądźmy uczciwi: jest to skrajność. Prawda znajduje się prawdopodobnie raczej w zakresie różnicy BMR na poziomie 200-300 kcal. Tym niemniej chodzi tu o imponujące wartości. Zdradzają nam one pewną prawdę:

> „Przemiana materii” (a dokładniej: przemiana energii) zachodzi w mitochondriach.

Przypomnijmy sobie na chwilę byłego zwycięzcę Tour de France, Lance’a Armstronga. Miał on – typową dla sportowców wyczynowych – bardzo wysoką wartość $VO_2\max$. $VO_2\max$ oznacza *maksymalną absorpcję tlenu* na minutę i na kilogram masy ciała. W ten sposób można zmierzyć wydajność wytrzymałościową. Najlepsi sportowcy wytrzymałościowi mają bardzo wysokie $VO_2\max$, co pokrywa się z tym, o czym przed chwilą rozmawialiśmy – możemy zgodzić się z tym, że Lance Armstrong ma to, co potocznie nazywamy „przemianą materii”. I właśnie dlatego psy zaprzęgowe, z $VO_2\max$ wynoszącym około 200 (Banse i in. 2007), muszą jeść, jeść, jeść.

Wszystko to odbywa się w mitochondriach. Zatem jest dla nas ważne, aby zadbać o zdrowie mitochondriów, włączać szlaki metaboliczne, które mają z tym związek, i, co bardzo ważne, utrzymywać liczbę mitochondriów.

Cechy sprawnego metabolizmu

Po czym właściwie możemy rozpoznać „dobrą przemianę materii”? Jelito reaguje bardzo wrażliwie, dlatego też praca jelit jest wiarygodnym wskaźnikiem funkcji metabolicznych. Konkretnie: jeśli wypróżniasz się raz dziennie, to jest to normalne, więc jest w porządku. Jeśli twój metabolizm jest bardzo aktywny, może się rów-

niez zdarzyć, że będziesz musiał korzystać z toalety dwa, trzy lub nawet cztery razy dziennie. Ważne jest: chociaż częstotliwość oddawania stolca jest dobrym wyznacznikiem, to zależy ona również od rodzaju spożywanego pokarmu. Mniej niż jedno wypróżnienie dziennie to znak, że coś jest nie tak. Inne ważne wskaźniki to:

- temperatura ciała po przebudzeniu 36,6°;
- ciepłe ręce i stopy;
- zdrowe libido;
- mocne i dobrze rosnące włosy;
- twarde paznokcie;
- delikatna skóra;
- wysoka zdolność kompensacji (= niezałamywanie się z byle powodu);
- stabilny poziom energii przez cały dzień;
- utrzymanie wagi bez nadmiernego uprawiania sportu.

5.2 Pod mikroskopem: mitochondria

Czym właściwie są mitochondria? Mitochondria, jak opisano w **rozdziale 2**, są określane jako „elektrownie komórki”. Inżynier być może wyobraziłby sobie elektrownię, pomyślałby o energiach potencjalnych, napięciu i prądzie. Biolodzy natomiast przyglądają się najmniejszym żywym stworzeniom, bakteriom, które w oparciu o chemię fizyczną produkują dla nas energię – całkiem analogicznie do tego, jak działają „prawdziwe” elektrownie.

➤ **Bakterie to jednokomórkowe organizmy żywe. Niczym małe, niewidoczne dla nas gołym okiem potworki pożerają również ogromne ilości substratów. Bakterie są naprawdę fascynującymi biologicznymi maszynami, ponieważ mogą odżywiać się praktycznie wszystkim.**

Istnieją bakterie, które wykorzystują promieniowanie UV. Rośliny też to potrafią. Nie ma w tym nic szczególnego. Istnieją jednak też bakterie, które

najwyraźniej mogą wykorzystywać promieniowanie radioaktywne. Jeszcze inne funkcjonują z azotem lub siarką. Konwencjonalne, można by rzec, bakterie trawią węglowodany złożone (błonnik) – dlatego też lubią żyć w jelitach zwierząt. Jak widzisz: bakterie wydają się pożerać wszystko. Ostatnio podobno odkryto, że bakterie mogą żerować nawet na plastiku – to mogłoby jeszcze być dla nas wartościowe!

Mitochondria były też kiedyś zupełnie niezależnymi bakteriami, które w toku ewolucji weszły w symbiozę z innymi bakteriami. Zostały one „połknięte” przez inne bakterie. Ponieważ nie zostały strawione, można przypuszczać, że musiało dojść do korzystnej wzajemnej relacji. Ta ścisła więź przetrwała do dziś. Tak silnie, że dziś istnieje nie tylko sympatyczne partnerstwo, ale wręcz zależność.

Jak już się dowiedziałeś w **rozdziale 2**, nasze bakterie, mitochondria, rozkładają węglowodany i tłuszcze. To ulubione pożywienie mitochondriów. „Końcowym produktem przemiany materii“ jest, ogólnie rzecz biorąc, ATP, który jest również potocznie nazywany „energiją”. W rzeczywistości jest on nośnikiem energii. Alternatywnie może być uwalniane nie tylko ATP, ale również ciepło.

Organizm ludzki jest zdolny do życia tylko wtedy, gdy wytwarzana jest wystarczająca ilość ATP (energii). Mogliśmy zaobserwować, że u starych zwierząt zawartość ATP w komórkach ciała zmniejsza się. Jest to oczywiście dostrzegalne. Pomyślmy w tym kontekście o nieporządku. Co w naszym odczuciu zużywa najwięcej energii w naszym życiu? Porządek. Wydaje się, że nic nie wymaga więcej wysiłku niż utrzymanie porządku.

Tak też moglibyśmy wyobrazić sobie stare komórki. Stają się one coraz powolniejsze, wewnątrz komórki staje się „nieuporządkowane”, gromadzą się w nich końcowe produkty przemiany materii, które dodatkowo blokują procesy komórkowe. Bardzo dobrze znanym tego przykładem są lipofuscyny lub amyloidy choroby Alzheimera. Związek między tym „proteinowym złodem“ a wartościami ATP jest obecnie przedmiotem badań – zwłaszcza w odniesieniu do choroby Alzheimera nie ma żadnych wątpliwości, że uszkodzone mitochondria odgrywają tu główną rolę.

Im więcej ATP ma zostać wytworzone, tym więcej substratów, tj. węglowodanów i tłuszczów, musi zostać przekształconych, ponieważ dostarczają one elektronów niezbędnych do produkcji energii. Jako produkt uboczny powstaje ciepło. To jeden z powodów, dlaczego jest nam ciepło.

ATP a produkcja ciepła

Mitochondria lub komórki wytwarzają ciepło nie tylko jako produkt uboczny, ale również w sposób celowy. Odpowiedzialne za to są mikroskopijne pory w wewnętrznej ścianie mitochondrium. Energia z pożywienia (kalorie) nie jest wtedy przekształcana 1:1 w ATP, ale jest „tracona” w postaci ciepła. W tym kontekście mówi się o odsprężeniu, ponieważ kalorie z pożywienia nie są w pełni efektywnie przekształcane w ATP.

Generalnie chodzi o wytwarzanie dużej ilości ATP (dużo energii), aby nasze włosy ładnie rosły, a jelita dobrze funkcjonowały. Ale chodzi nam również o wytworzenie wystarczającej ilości ciepła, aby było nam przyjemnie ciepło. Oba procesy zużywają energię (z pożywienia): w postaci elektronów, których dostarczają nam węglowodany i tłuszcze.

Jeśli zreasumuje się wszystkie do tej pory wymienione punkty, można nieco lepiej zrozumieć, jak dochodzi do przemian metabolicznych. Rozumiemy też, że musimy nakłonić mitochondrium, by po prostu więcej jadło, więcej pochłaniało. W nauce ma to swoją nazwę: „respiracja” albo oddychanie. „Oddychanie” (nie mylić z oddychaniem płucnym) jest miarą tego, ile zjada nasze mitochondrium (bakteria). Chcemy, aby nasze mitochondrium dużo jadło, czyli dużo oddychało. Widzieliśmy już na początku, że mitochondriom oddycha dużo na przykład wtedy, gdy wzrasta zdolność wiązania tlenu.

5.3 Sterowanie funkcjonowania mitochondriów

Teraz, gdy dowiedzieliśmy się, że mitochondrium lubi jeść węglowodany i tłuszcze, a my chcielibyśmy mieć mitochondria, które dużo jedzą, musimy nauczyć się jeszcze dwóch rzeczy:

- Zachowanie mitochondriów jest sterowane przez szlaki sygnałowe.
- Mitochondria mogą się rozmnażać.

Czy insulina może spowodować chorobę?

Glukoza i insulina to dwa ważne regulatory przemiany materii, których nie powinieneś klasyfikować jako wrogów. Wielka niechęć do insuliny bierze się stąd, że insulina została poznana jako hormon spichrzowy, magazynujący, jako „hormon tuczący”. Tutaj za przykład nierzadko brano chorych w stanie przedcukrzycowym: u osób tych we krwi często występuje zbyt duża ilość insuliny i zbyt duża ilość glukozy. Dostarczanie glukozy, jak wiadomo, stymuluje uwalnianie insuliny, dlatego wyciągnięto wniosek, że: glukoza powoduje wzrost poziomu insuliny, a zbyt duża ilość insuliny wywołuje insulinooporność. Z tego wynika: węglowodany zatem (a tym samym insulina) powodują chorobę.

Oczywiście w takiej formie można to znaleźć tylko w prasie laickiej, ponieważ z literatury fachowej jasno wynika, że przyczyna i skutek zostały tu przedstawione w sposób wypaczony. Z jednej strony mechanizmy biochemiczne odpowiedzialne za rozwój insulinooporności zostały dostatecznie opisane. Insulina nie jest hormonem wywołującym choroby – choroba pojawia się wtedy, gdy insulina przestaje działać. Z drugiej strony istnieją liczne populacje, które odżywiają się w sposób bardzo wysokowęglowodanowy, a mimo to nie doświadczają naszych chorób cywilizacyjnych.

Ktoś, kto wieczorem nie spożywa węglowodanów, obudzi się rano najprawdopodobniej z wyższym poziomem glukozy we krwi (Takizawa i in. 2003; Wang i in. 1999). Dlatego niski poziom cukru we krwi rano jest w przeciwieństwie do tego oznaką dominującego metabolizmu węglowodanów.

Zbyt dominujący metabolizm węglowodanów z drugiej strony może prowadzić do hipoglikemii i stresu. Ponadto tolerancja glukozy, czyli wrażliwość na insulinę, wzrasta, jeśli w poprzedzającym posiłku zostały już spożyte po-

karmy, które powodują niskie wydzielanie insuliny. Zjawisko to nazywane jest „efektem drugiego posiłku”.

Fizjologiczna insulinooporność, zwana też w swojej ekstremalnej postaci cukrzycą głodową, pojawia się szybko, ale równie szybko ustępuje. Jak to jednak wygląda w przypadku „prawdziwej” insulinooporności, która jest pierwszym krokiem do cukrzycy?

Cóż, może zacznijmy od tego: patologiczna insulinooporność powstaje w zdecydowanej większości przypadków tylko dlatego, że utrzymujemy organizm w stanie nadwyżki energetycznej. To, co my, ludzie, tworzymy poprzez nasze zachowanie, jest czystą sztuką i nie lada wyczynem. Jesteśmy w stanie jednym pociągnięciem unieważnić mechanizmy, które powstawały przez miliony lat, tak po prostu. Ten powyżej opisany precyzyjnie wyregulowany system jest po prostu ignorowany.

Właśnie poznałeś cykl Randle’a i teraz już wiesz, że kwasy tłuszczowe są utleniane w pierwszym rzędzie wtedy, kiedy komórce oferujemy obydwie substraty, węglowodany i tłuszcze – dla ochrony. Ale co się dzieje, gdy we krwi jest ciągle za dużo wolnych kwasów tłuszczowych?

U diabetyków i osób z insulinoopornością stale mamy do czynienia z takimi ilościami wolnych kwasów tłuszczowych we krwi, które wyraźnie przewyższają ich ilości u osób zdrowych (Boden 2008; Mitrou i in. 2010). Najczęstszą przyczyną tego zwiększonego stężenia wolnych kwasów tłuszczowych we krwi jest zwiększona masa tkanki tłuszczowej w okolicy brzucha, zwłaszcza wokół narządów. Ogólnie rzecz biorąc, uznaje się, że im większa masa tkanki tłuszczowej, tym więcej kwasów tłuszczowych uwalnia ona do krwiobiegu.

W tym scenariuszu oferujemy komórkom coraz więcej kwasów tłuszczowych, a tym samym wywołujemy trwałą insulinooporność – początkowo z powodu cyklu Randle’a. Ponieważ działanie insuliny nie występuje również w tkance tłuszczowej (insulinooporność dotyczy wszystkich narządów i tkanek), to tkanka tłuszczowa coraz bardziej traci swoją funkcję magazynującą. W rezultacie do krwiobiegu uwalnia się jeszcze więcej kwasów tłuszczowych.

Dodatkowo i wzmacniająco dochodzi do tego: kiedy kwasy tłuszczowe nagromadzą się w komórkach, tworzą określone pochodne, na przykład diacyloglicerole (DAG) lub ceramidy, które po prostu wyłączają receptor in-

sulinowy (Pickersgill i in. 2007). Najpóźniej wtedy, gdy zaczyna się to dziać w wątrobie, pojawiają się prawdziwe problemy.

Nawiążemy tutaj do słów z wprowadzenia: działanie insuliny jest potrzebne w celu zapewnienia optymalnego środowiska metabolicznego komórek. W przypadku insulinoooporności na przykład mitochondria przestały funkcjonować prawidłowo (dysfunkcja mitochondrialna). Powoduje to powstawanie wolnych rodników, produkcja energii spada i pomimo przyływu energii w postaci tłuszczów komórka cierpi na niedobór energii. Wszystko zaczyna coraz bardziej przestawać funkcjonować. Zamiast tego komórka woła o pomoc i wytwarza coraz więcej substancji semiochemicznych pobudzających powstawanie stanów zapalnych. Komórki ulegają zniszczeniu. Ale substancje prozapalne (na przykład TNF- α lub interleukina-6) same w sobie również wywołują insulinoooporność (Shoelson i in. 2006).

Dzieje się to w sercu. Nazywa się to *kardiomiopatią cukrzycową*, późniejszą niewydolnością serca. Dzieje się to w trzustce i nazywane jest *endokrynną niewydolnością trzustki* – w uproszczeniu: trzustka nie produkuje już insuliny. Jest tak samo odfuszczone jak wszystkie inne narządy i prawie przestała wchłaniać choćby niewielkie ilości glukozy. Ale ponieważ nie może już wchłaniać glukozy, nie dociera do niej, że musi uwalniać insulinę. „Wykrywanie glukozy” zanika (Kulkarni i in. 1999; Unger i Zhou 2001).

Mówiąc wprost i dosadnie: masa tkanki tłuszczowej lub niekontrolowane zachowania żywieniowe często determinują nasilenie insulinoooporności. Niestety nie zawsze chcemy w ten sposób o tym mówić. Jedną wielką różnicą między wieloma ludami, które dobrze radzą sobie z przetwarzaniem węglowodanów a nami, jest więc to, że te populacje często po prostu nie mają problemu z nadwagą. Znamy to od Japończyków: „hara hachi bu” (w sensie: nie jedz do syta, ale zatrzymaj się na 80%). U nas to brzmi: dobra, daj mi jeszcze jeden kawałek ciasta – z bitą śmietaną. A co tam.

Dlaczego tak wiele populacji tak dobrze toleruje węglowodany?

Istnieje całkiem sporo ludów pierwotnych i całych populacji („niebieskie strefy”), które żywią się głównie węglowodanami. Jak to działa?

Sztuczka tych kultur, a raczej: ludzkiego metabolizmu, jest następująca: wyobraźmy sobie, że w organizmie istnieje tylko jedno paliwo – glukoza. Nie ma więc ani tłuszczu, ani białka do spalania. Komórka, aby zaspokoić swoje potrzeby energetyczne, stale zużywałaby glukozę.

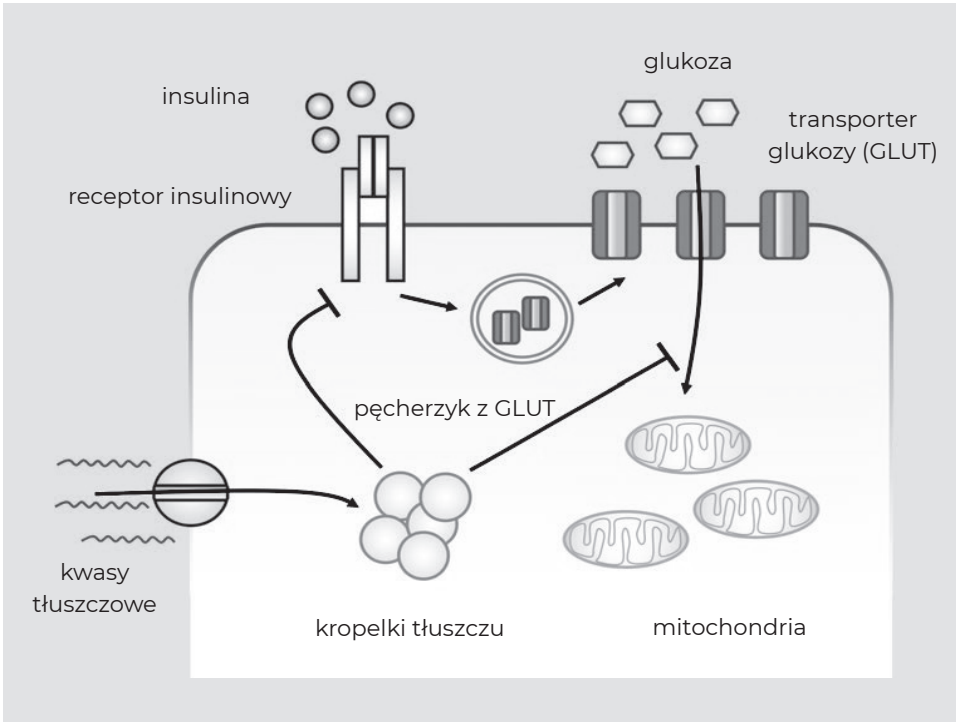
Spowodowałoby to wytworzenie swoistej siły zasysającej, która przy spożyciu ok. 2000 kcal dziennie pochłaniałaby ot tak sobie po prostu ponad 500 g glukozy (1 g glukozy odpowiada 4 kcal). To zasysanie byłoby zaprogramowane dla glukozy w taki sposób, że glukoza mogłaby nawet zupełnie bez udziału insuliny dostawać się do komórek.

Ale u ludzi istnieje oczywiście system dualny. Innymi słowy: człowiek funkcjonuje, wykorzystując jako paliwo energetyczne nie tylko glukozę, ale również kwasy tłuszczowe. Komórka, względnie organizm, musiały więc wypracować mechanizmy pozwalające pogodzić regulację obu substratów. Po to właśnie natura stworzyła insulinę.

Insulina jest wydzielana po dostarczeniu do organizmu glukozy. Insulina blokuje teraz dokładnie taką ilość kwasów tłuszczowych (na przykład w komórkach tłuszczowych), aby krwiobieg był „swobodny”. W tym samym czasie insulina puka do drzwi komórek i prosi o wpuszczenie glukozy. Insulina przyczepia się do receptorów i pośredniczy wewnątrz komórki w transporcie transporterów glukozy na jej powierzchnię, dzięki czemu glukoza może zostać wchłonięta do komórek (**Ilustracja 9.1**).

Komórka jest jednak wyrafinowana: im częściej tak właśnie się dzieje, tym lepiej będzie funkcjonował proces. Komórka „rozumie”, że glukozy przybywa coraz więcej i częściej, więc optymalizuje swój metabolizm w taki sposób, aby glukoza była przetwarzana szybciej. W dłuższej perspektywie czasowej zapewnia to, że do uzyskania takiej samej wydajności potrzeba coraz mniej insuliny. Glukoza jest pobierana z krwi coraz szybciej i szybciej, co powoduje szybszy spadek poziomu insuliny. Między innymi to właśnie wywołuje taki efekt, że ludy stosujące dietę wysokowęglowodanową często mają bardzo niski poziom insuliny i cukru we krwi, mimo że jedzą prawie wyłącznie węglowodany.

Ale jeszcze raz: ci ludzie są jednak często bardzo szczupli! W przeciwieństwie do wielu ludzi w naszym społeczeństwie.



Ilustracja 9.1 Sygnalizacja insulinowa, znacznie uproszczona. Przepelnione wewnątrzkomórkowe magazyny trójglicerydów powodują powstawanie pochodnych (nie pokazano tutaj; na przykład ceramidy i diacylogliceryny), które wraz z cyklem Randle'a blokują pobieranie i spożycie glukozy (strzałki wychodzące z kropelek lipidów)

Nie bez powodu nasz metabolizm energetyczny chętnie podąża dwoma drogami. I z reguły funkcjonuje to bardzo dobrze. Optymalne oddziaływanie wzajemne obu szlaków metabolicznych w komórce nazywane jest *elastycznością metaboliczną*. Mówiąc prościej, oznacza to, że komórka zawsze utlenia dokładnie to, co jej dajemy. Jeśli spożywamy głównie węglowodany, utlenianie węglowodanów powinno wzrosnąć. Jeśli jemy tłuszcze (lub nie jemy nic, na przykład podczas nocnego postu), utlenianie węglowodanów powinno się zmniejszyć na korzyść utleniania kwasów tłuszczowych. W przypadku posiłków mieszanych występuje opóźnienie czasowe związane

z przedostawaniem się węglowodanów i tłuszczów do krwi: poziom trójglicerydów, a tym samym (wolnych) kwasów tłuszczowych, wzrasta znacznie dopiero wtedy, gdy poziom insuliny dostarczanej przez spożywane węglowodany ponownie spada.

Zatem nie bój się tłuszczu. Wręcz przeciwnie. Aby utrzymać dobry metabolizm węglowodanów, musimy trenować metabolizm tłuszczów. Hasło: AMPK. W tej kwestii orientujesz się już doskonale. Ponadto tłuszcz jest dobrym źródłem energii, które również powinno być wykorzystywane. Nie jesteśmy w końcu ptakami ani fitofagami (tak, również nie goryłami), które muszą stale jeść.

Odkryliśmy tłuszcz i opracowaliśmy dla niego mobilny system przechowywania tłuszczu. Nie jesteśmy też wyspiarzami z Pacyfiku, ale w większości północnymi Europejczykami, którzy dorastali, spożywając mieszane posiłki. Konkretnie: zarówno zbyt niskie zakresy węglowodanów (fizjologiczna insulinooporność), jak i zbyt wysokie zakresy węglowodanów (tym samym ewentualnie gorsze działanie insuliny) prawdopodobnie nie są optymalne. Wrócimy do tego ponownie później.

Po tym, jak z całą stanowczością wyjaśniliśmy, że bezwzględnie musimy być aktywni, czyli szczupli i sprawni, aby komórki optymalnie reagowały na hormon insuliny, powinniśmy jednak zdawać sobie sprawę z pewnych przeszkód.

9.4 Regulatory insulinowrażliwości

9.4.1 Utrata tkanki tłuszczowej – przede wszystkim w trzustce

Czy kiedykolwiek zastanawiałeś się, dlaczego ostatnio coraz częściej możemy przeczytać, jakoby cukrzyca typu 2 była „uleczalna”? Poprzez rygorystyczne diety?

Wiedział o tym już 40 lat temu niemiecki (mieszkający w Ameryce) lekarz i naukowiec, dr Kempner – który swoim otyłym, naprawdę chorym pacjentom (uszkodzone nerki, chore tętnice, chore serce, wszystko chore)

Indeks

A

absorpcja tlenu 91
--maksymalna 245
acetylocholina 171-173
ADMA (asymetryczna dimetyloargini-
na) 183
adrenalina 52, 145-158, 160, 165-166
AGE (advanced glycation end-products)
47, 295
agouti 148-149
aktywatory AMPK 41, 43, 49, 51,
97-105
amarantus 278, 281
aminokwasy 36, 49-50, 55-57, 99, 107
AMPK (kinaza białkowa aktywowana
przez AMP) 41, 42, 197
arterioskleroza 179
ATGL (adipose triglyceride lipase) 52, 54
ATP 36-37, 39, 93-94, 105, 137, 254,
286, 300
Australopithecus 16, 19
autofagia 110

B

BCAA (branched-chain amino acids) 87,
107, 189
BDNF (brain-derived neurotrophic
factor) 251-252
beta karoten 133, 210, 257
białko
--białko serwatkowe 108, 170, 303-304,
306

--białko Whey 303
--białko w proszku 306
biodostępność 20, 81, 82, 86, 295
biogeneza mitochondrialna 95, 97
błona komórkowa 54-55, 172, 215, 314
brain-derived neurotrophic factor
(BDNF) 251

C

cAMP (cyclic adenosine monophos-
phate) 114, 145-147
chlerek sodu 81, 87, 269, 299
cholesterol 54, 125, 158-159, 178, 179,
215, 293, 302-303
choroba Alzheimerera 93, 130, 172, 295
choroby układu krążenia 176, 190
chrom 214-215
chromodulina 213
ciała ketonowe 260, 267, 270
Cordain Loren 75, 266, 307, 316
coś za coś (trade-off) 32
Cro-Magnon 23
crural index 24
Csíkszentmihályi 240
cukier 45, 46, 198, 207, 260, 273-276,
280
cukrzyca 130, 145, 183, 196, 198, 202,
206-208, 214, 281, 289
cykl Randle'a 199, 200
cynk 115
cysteina 82, 108, 304
cytrulina 179, 180, 190

D

dawca grupy metylowej 172
dehydroepiandrosteron 114, 159
dejadaza 118, 120
DHEA (dehydroepiandrosteron) 114,
124, 158-161
dieta paleo 25, 207, 270, 307, 316
dimetyloarginina 183
-- asymetryczna 183
dojrzewanie 123, 126, 133, 233
dopamina 124, 143, 158, 161, 163-166
dysfunkcja
-- śródbłonkowa 178
-- mitochondrialna 203, 291
dysmutaza ponadtlenkowa 108, 189,
210-211

E

EAA (essential amino acids) 107
efekt drugiego posiłku 202
ekspresja genów 32
elastyczność metaboliczna 209
eNOS (endothelial nitric oxide synthase)
144, 180-190
ewolucja 11-21, 75

F

fast food 265, 269, 272
fermentatory jelita grubego 17
ferrytyna 19, 114, 144-145, 292
fosfatydylocholina 172
fosfodiesteraza 146-147

G

glikoproteina 272
glukagon 47-49, 114
glukoneogeneza 260, 268, 270, 274
glutation 108, 300, 304
gluten 256, 265, 277, 278
goitrogen 121

H

Hadza 27, 237, 245, 266
HGH (human growth hormone)
126-129
hipogonadyzm 136
hipokamp 161, 171, 172
homo
-- erectus 17-23
-- rodzaj 15
hormony tarczycy 115-124, 186, 264
HSL (hormonowrażliwa lipaza) 52, 54

I

IGF-1 (insulinopodobny czynnik
wzrostu 1) 126-127, 196
Ignarro Louis 177, 179
infobesity 242
inhibitor wychwytu zwrotnego
serotoniny 169
inozytol 213-214
insulina 47-52, 114, 185, 186, 196,
200-204, 216-220
insulinooporność
-- patologiczna 200-203
-- fizjologiczna 200-208

insulinowrażliwość 196-206
 iryzyna 250-251

K

kalcydiol 138, 139
 kalcytriol 131, 135-139, 219
 karnityna 107, 121, 208-209, 287-288
 karnozyna 297
 katecholaminy 145-147, 158, 159, 166-167
 kawa 147, 165
 kinaza białkowa
 -- aktywowana przez AMP 41, 42, 197
 kolagen 127, 129, 174, 189-290, 295
 kora przedczołowa 163, 171
 kortyzol 125, 158, 161, 166
 kreatyna 286-287
 króliczy głód 57
 ksenohormeza 102
 kurkumina 189, 280
 kwas alfa liponowy 103, 107
 kwas fitynowy 83, 214, 277
 kwas fosfatydowy 172
 kwas oleinowy 307, 309, 312, 315-317
 kwas palmitynowy 307, 312
 kwas retinowy 131-133, 135
 kwasy tłuszczowe
 -- jednonienasycone 307-312, 315
 -- krótkołańcuchowe 84, 171, 281-284,
 308
 -- wielonienasycone 311, 313-316
 kwasy tłuszczowe Omega-3 259, 299,
 313-316
 kwasy tłuszczowe Omega-6 315, 316

L

leucyna 87, 104, 304
 libido 13, 92, 124, 136, 258
 lipaza 50-52, 123
 -- hormonowrażliwa 52
 lipoliza 52, 54, 124
 Longo Valter 109, 110
 lud San 25
 ludzki hormon wzrostu 52, 126

M

magnez 20, 77, 81, 83, 105-106, 138-139
 170, 189
 maksimum genetyczne 230
 maksymalny trening siłowy 245-246
 mechanistyczny cel rapamycyny u ssaków
 197
 melatonina 140, 169-170, 304
 meldonium 208-209
 metabolizm 37, 90, 91, 131, 145,
 186-190, 200-201
 metabolizm tłuszczów 131, 206, 208,
 258, 271, 276, 293
 5-metylotetrahydrofolian 184, 189
 miedź 108, 115, 143, 294, 300-302
 mikrobiom 171, 281
 mimetyki insuliny 216
 mioglobina 142
 miokiny 218, 250-252
 miód 273, 274, 280-281
 mitochondria 89-98, 104-108, 210-211
 monofosforan adenozyiny 114, 145
 -- cykliczny 146

5-MTHF (tetrahydrofolian 5-metylu)
184
mTOR (mechanistic/mammalian target
of rapamycin) 41-44, 50-51, 98-99,
197-1986

N

nadmiar pożywienia 39, 40, 43, 44, 49
nadnercza 158-159, 161
neandertalczyk 20, 23-25
Neu5Gc 256, 292-293
neuroprzekaznik 36, 143, 161-167, 170-
171, 173, 302-306
niebieskie strefy 109, 110, 203, 278
niedobór pożywienia 39
niedoczynność tarczycy 117, 119, 124
noradrenalina 51, 142-145, 156, 163-
165, 304

O

oleuropeina 189, 280
orzechy brazylijskie 121, 219
osteokalcyna 196, 218-220, 252, 295
osteoporoza 196, 219, 252

P

peptydy 56
-- bioaktywne 288-289, 302
peroksydaza glutationowa 108, 300
PGC-1 α 97-99, 106, 118-119, 123,
248-252
pikolinian chromu 216
płatki owsiane 212, 278, 281
płynność błony 54-55

ponadtlenkowa dysmutaza manganu 210
post przerywany 101, 145
power law 60, 63-66, 70, 74, 101, 161,
230-231, 246-247, 293, 317
prawo Kleibera 18
Price Weston 133, 305
produkty mleczne 75, 149, 151, 292,
303, 302
proteiny 33, 36-37, 43, 49, 55, 80
przemiana materii 90-91, 257, 300
pułap białkowy 57

Q

quinoa 278

R

reguła Allena 24
reset 257, 260
restrykcja kaloryczna 98-101, 109, 110,
199
resweratrol 96-102
retinol 135
rodzaj homo 19

S

San 25-27
sarkopenia 252, 314
selen 86, 108, 118, 120-121, 217, 257,
298-300
serotonina 140, 141, 144, 168-171
sirtuiny 97, 98
skrobia oporna 283, 284
somatotropina 52, 126-127
sól 81, 120, 269, 298, 299

stan zapalny 120, 178, 186, 212, 315
stres termiczny 103
studium Kitava 190
sygnalizacja insulinowa 196, 205
synteza białek 36-37, 43, 51, 99

T

T3 (trójiodotyronina) 118
Tabata 246
tauryna 173, 299, 302-303
termogeneza na zimno 103
testosteron 63-64, 122-125, 164-165
tetrahydrobiopteryna 166, 180, 181, 185
tlenek azotu 177, 180-181, 183, 186
Triage-Theorie 79
trójglicerydy 50, 52-54, 205, 214, 314
trójiodotyronina 118
Tsimane 176-177
tyreoperoksydaza 121, 122
tyroksyna 118, 119, 120, 295
tyrozyna 120, 121, 122, 158, 166-167

V

VO2 max (maksymalna absorpcja tlenu)
91, 245

W

wapń 20, 83, 137, 148-151, 304-305, 314,
315
wątroba 47-56, 118, 133-135, 139, 143,
172, 260, 261, 271-274, 285-285, 312
witamina A 131, 133, 135, 138, 210, 304
witamina B 86, 166, 168, 170
witamina D 131, 136-137, 139, 168, 189,
247, 264
włókna mięśniowe 249, 278, 289
woda głębinowa 106
współczynnik oddechowy 26

Z

zawał serca 127, 176, 228, 301
zmęczenie nadnerczy 158

Ż

Żelazo 62, 84, 141-144, 180-182, 185,
189, 292, 300, 302

vital
wydawnictwovital.pl



Springer



Christoph Michalk – absolwent biochemii komórkowej. Problemy związane z zaburzeniami metabolicznymi skłoniły go do poszukiwania przyczyn kłopotów zdrowotnych. Dlatego naukowo zajął się tematami dotyczącymi optymalizacji zdrowia i wydajności organizmu. Jest współautorem książek, w których odpowiada na pytania: jak przyspieszyć przemianę materii, odwrócić insulinooporność, zwiększyć ilość mitochondriów i zoptymalizować hormony.

Jak dłużej żyć i cieszyć się zdrowiem? Jak szybko schudnąć? Jak właściwie się odżywiać? Jakie pokarmy i witaminy nam służą? Odpowiedzi na te pytania prowadzą do fascynującego świata komórek i źródła ich energii – mitochondriów. Dlaczego są one tak ważne? Mitochondria to małe elektrownie, znajdujące się w każdej komórce ciała. To od nich zależy, ile spalasz kalorii i jak szybko regenerujesz się po chorobie czy wysiłku.

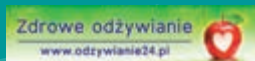
Poznaj zasady działania mitochondriów – tajemniczych superbohaterów ukrytych we wnętrzu komórek twego organizmu i uwolnij ich moce!

Badania ujawniają, że wiele przewlekłych chorób, w tym otyłość, insulinooporność, cukrzyca typu 2 czy choroby serca, ma swoje źródło w „zepsutych” mitochondriach. W tej książce Autor przedstawi ci proste wskazówki, które on sam zastosował, aby pokonać zaburzenia metaboliczne i odzyskać zdrowie. Wystarczy zrozumieć, jak działają mitochondria, by nauczyć się o nie dbać i odpowiednio stymulować do lepszego funkcjonowania.

Dzięki informacjom zawartym w tym poradniku dowiesz się, dlaczego kluczem do prawidłowej wagi i pokonania przewlekłych chorób oraz dolegliwości są zdrowe mitochondria. Poznasz mechanizmy działania tych małych centrów energetycznych i ich wpływ na gospodarkę węglowodanową, metabolizm tłuszczów. Przekonaj się, jak działają mitochondria podczas oddechowania i aktywności fizycznej.

Potężna moc mitochondriów – twój sposób na zdrowie i długowieczność

Patroni:



Cena: 59,50 zł

ISBN: 978-83-8272-006-8



9 788382 720068