

# WOLNE RODNIKI I ANTYOKSYDANTY

Uszkodzenie komórki mięśniowej przez wolne rodniki może być jednym z ważniejszych czynników ograniczających zdolności wysiłkowe organizmu.

Kilka następujących zdań pomoże zrozumieć samo pojęcie „wolnych rodników”, a także ich destrukcyjną rolę w organizmie.

Stwierdzono, że część cząsteczek tlenu podczas spalania (wytwarzania energii) w organizmie ulega niekorzystnej redukcji jednoelektronowej, a produktem tej reakcji jest wolny rodnik tlenowy (tzw. anion nadotlenkowy). Atom tlenu w tej postaci posiada jeden elektron, staje się bardzo reaktywny i „szukając” drugiego elektronu w celu zneutralizowania swojej formy aktywnej, może go pobrać np. z błony komórkowej – oczywiście niszcząc ją przy okazji.

W mitochondriach komórek mięśnia szkieletowego około 95-98% tlenu ulega korzystnej, czteroelektronowej redukcji, natomiast pozostałe 2-5% zamieniane jest na wolny rodnik tlenowy. Stąd wynika prosta zależność, że zwiększone zużycie tlenu przez komórki, z którym mamy do czynienia podczas każdego wysiłku fizycznego, powoduje wzrost produkcji anionu nadotlenkowego (jak również pozostałych wolnych rodników tlenowych).

Przy dużej produkcji wolnych rodników (np. podczas intensywnego treningu wytrzymałościowego) i braku odpowiednich mechanizmów obronnych, może dojść do rozległych zniszczeń wielu komórek.

Uważa się, że to właśnie wolne rodniki powodują ból mięśni, który może być odczuwalny nawet kilka dni po ciężkim, intensywnym wysiłku.

Zniszczenie błon komórek mięśniowych i unieczynnienie wielu enzymów bądź nawet ich zanik, prowadzi do zaburzeń metabolizmu energetycznego w mięśniach i w konsekwencji może spowodować ograniczenie zdolności wysiłkowej organizmu sportowca.

Funkcjonowanie komórki mięśniowej w obecności wolnych rod-

*Wolne rodniki –  
odpowiedzialne  
za „całe” zło  
w sporcie*

## *Antyoksydanty a wolne rodniki*

ników, które są substancjami o znacznej toksyczności, jest możliwe dzięki licznym systemom obronnym, w które organizm jest wyposażony i sam je wytwarza, bądź muszą być one dostarczone z pożywieniem. Tzw. antyoksydanty, czyli substancje neutralizujące wolne rodniki („zmiatacze” wolnych rodników) działają jak brygady antyterrorystyczne szybkiego reagowania, dostarczając wolnemu rodnikowi elektron zanim dotrze on np. do błony komórkowej.

Antyoksydanty można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to enzymy, unieczynniające wolne rodniki, bądź też produkty ich reakcji.

Do drugiej grupy antyoksydantów (nieenzymatycznych) zalicza się witaminy E i C,  $\beta$ -karoten, koenzym Q (Co Q), karnozynę i aminokwasy, takie jak histydyna, tryptofan, lizyna, cysteina, metionina.

W tym miejscu należy podkreślić, że osobnik lepiej wytrenowany i zaadaptowany do wysiłku (szczególnie wytrzymałościowego) jest bardziej odporny na destrukcyjne działanie wolnych rodników. Choć w tkance mięśniowej takiego zawodnika znajduje się więcej mitochondriów, a tym samym zwiększa się ilość wolnych rodników, to proces przystosowania, poprzez odpowiednio zaprogramowany i dawkowany trening, powoduje zwiększenie aktywności endogennych antyoksydantów, jak również zwiększoną kumulację koenzymu Q w komórkach mięśniowych, w porównaniu z zawodnikami o słabym poziomie wytrenowania. Wynika stąd praktyczna konieczność stopniowania wysiłku treningowego, we wszystkich dyscyplinach sportowych. Poprzez regulowany, stopniowany trening można zaadaptować organizm do wysiłku fizycznego, uodparniając go na działanie wolnych rodników. Oczywiście nieodzowne jest właściwe odżywianie i dodatkowa suplementacja organizmu antyoksydantami.

Proponowane dawki podstawowych antyoksydantów dla sportowców zaawansowanych przedstawiają się następująco:

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| – witamina E              | – 300 mg/dzień (lub więcej)   |
| – witamina C              | – 1000 mg/dzień (lub więcej)  |
| – koenzym Q <sub>10</sub> | – 30-60 mg/dzień (lub więcej) |
| – selen                   | – 200-400 $\mu$ g/dzień.      |

Podane wyżej średnie dawki dotyczą sportowców zaawansowanych, o wysokim stopniu wytrenowania. Suplementację należy rozpocząć od niższych dawek (odpowiadających zapotrzebowaniu ludzi prowadzących umiarkowany tryb życia – patrz też odpowiednie rozdziały omawiające witaminy i mikroelementy). Podane ilości powinno się przyjmować w dawkach podzielonych, kilka razy dziennie. Dawki zbliżone do maksymalnych należy przyjmować stosując przer-

## *Rozsądny trening pomaga w „walce” z wolnymi rodnikami*

wy po 2-4 tygodniach suplementacji, pamiętając, że przy nadmiernym spożyciu jednego z antyoksydantów może dojść do ujawnienia działań toksycznych (np. selen w dawkach przekraczających 400 µg może być silnie trujący).

## **Koenzym Q<sub>10</sub>** (ubichinon)

Koenzym Q<sub>10</sub> pełni niezwykle istotne funkcje we wszystkich układach produkcji i dystrybucji energii, także tych, które są najsilniej angażowane podczas wysiłków fizycznych. Ubichinon jawi się więc jako bardzo ciekawy związek dla praktyki dozwolonego wspomagania w sporcie wyczynowym. Wydaje się, że związek ten zdołał już ugruntować sobie pozycję pośród innych niezbędnych substancji żywieniowych, przyjmowanych przez sportowców.

W testach wysiłkowych wykazano, że codzienne podawanie CoQ<sub>10</sub> w dawce 30 do 60 mg, przez okres 4-8 tygodni, znacznie poprawia wydolność fizyczną człowieka.

Wzrost zapotrzebowania na koenzym Q<sub>10</sub> spowodowany jest, z jednej strony, koniecznością zwiększonej produkcji energii w komórce, z drugiej zaś wiąże się z nadmiarem wolnych rodników, wytwarzanych podczas przemian energetycznych.

Wyczerpanie wewnątrzustrojowej puli CoQ<sub>10</sub> może mieć przykre konsekwencje dla organizmu sportowca. Wielokrotnie powtarzające się tego typu sytuacje prowadzić mogą do przewlekłych niedoborów, które, oprócz spadku wydolności, mogą stać się przyczyną zmian powodujących powstanie schorzeń typu kardiomiopatii, parkinsonizmu, miażdżycy oraz osłabienia procesów odpornościowych.

W świetle powyższych faktów, uwzględnienie podawania CoQ<sub>10</sub> w programach żywieniowych i suplementacyjnych w sporcie należy uznać za postępowanie rutynowe, tak jak w przypadku innych witamin.

Wpływ ubichinonu na parametry wydolnościowe w konkurencjach wytrzymałościowych jest oczywisty i potwierdzony w praktyce sportowej.

Wielokierunkowa rola fizjologiczna ubichinonu pozwala rozszerzyć zalecenia jego stosowania także na konkurencje siłowe i szybkościowo-siłowe (np. sprinty, kulturystyka).

Podawanie CoQ<sub>10</sub> poprawia stan odżywienia komórek przez ich wysycenie materiałem energetycznym i budulcowym (węglowodany i aminokwasy). Taki kierunek działania może mieć duże znaczenie dla procesów odnowy i adaptacji.

W tym miejscu należy zasignalizować możliwość pośredniego wykorzystania koenzymu Q<sub>10</sub> w programach redukcji i utrzymania wagi w sporcie wyczynowym. Stwierdzono, że niski poziom ubichinonu w ustroju może mieć wpływ na upośledzenie gospodarki lipidowej i potęgować tendencję do magazynowania tłuszczu zapasowego. Odwrotnie, podawanie CoQ<sub>10</sub> poprawia energetykę ustroju, nasilając spalanie kwasów tłuszczowych oraz ich mobilizację z puli rezerwowej.

Uboga w tłuszcze sportowa dieta nie sprzyja przyswajaniu koenzymu Q<sub>10</sub>. W tej sytuacji uzupełnianie koenzymu Q<sub>10</sub> z pokarmu może być niewystarczające.

Aby temu zapobiec wyprodukowano już i wprowadzono na rynek preparaty CoQ<sub>10</sub> w połączeniu na przykład z lecytyną, która jako substancja tłuszczowa, przeciwdziała ww. ograniczeniom wchłaniania. Inne rozwiązanie tego problemu zastosowano w preparatach CoQ<sub>10</sub>, które są micelizatami – może więc on być resorbowany z przewodu pokarmowego pomimo deficytu tłuszczów w masie pokarmowej.

Koenzym Q<sub>10</sub> poprawia parametry wszystkich wysiłków, zarówno o charakterze tlenowym, jak i beztlenowym. Dlatego też wspomaganie należy polecać zawodnikom wszystkich dyscyplin sportu – wytrzymałościowych, wytrzymałościowo-siłowych i szybkościowo-siłowych.

## **Podsumowanie rozdziału**

Należy wystrzegać się wolnych rodników, jako czynników wyjątkowo destrukcyjnych dla organizmu sportowca (obniżają wydolność, są odpowiedzialne za osłabienie wszystkich cech motorycznych, tj. siły, szybkości, wytrzymałości, wydłużają okres powrotu do normy po wysiłku, powodują długotrwałe utrzymywanie się potreningowego bólu mięśni, mogą stać się przyczyną perturbacji zdrowotnych).

Im dłuższy i bardziej intensywny trening, tym więcej wolnych rodników wytwarza się w organizmie sportowca.

Im organizm zawodnika bardziej wytrenowany, tym łatwiej radzi on sobie z wolnymi rodnikami, ale i taki organizm wymaga dodatkowego wspomagania tzw. „antyoksydantami” (czyli „zmiataczami” wolnych rodników), a przede wszystkim: wit. E i C, beta-karotenem, koenzymem Q<sub>10</sub>, selenem.