

# Marcin Maciejczyk

---

## Zmęczenie : przyczyny, objawy, zapobieganie

---

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 26, 18-27

---

2007

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## Zmęczenie – przyczyny, objawy, zapobieganie

Po pewnym okresie każdej pracy, umysłowej bądź fizycznej, obserwuje się pogorszenie zdolności wysiłkowych, przejawiających się przede wszystkim obniżeniem intensywności i efektywności pracy. Stan ten określa się mianem zmęczenia. W treningu sportowym, czy też w trakcie samych zawodów, można by traktować zmęczenie jako zjawisko niekorzystne, uniemożliwiające zrealizowanie planu obciążeń treningowych, czy też uzyskanie dobrego wyniku w rywalizacji. Z drugiej strony dalsze kontynuowanie ćwiczeń czy treningu, pomimo wystąpienia zmęczenia, skutkowałoby gorszym funkcjonowaniem organizmu i w skrajnych sytuacjach doprowadziłoby do wyczerpania, stanu, który może grozić załamaniem podstawowych funkcji organizmu. Zmęczenie jest zatem fizjologiczną reakcją ustroju na pracę, swego rodzaju mechanizmem obronnym organizmu, chroniącym go przed wyczerpaniem, skrajną postacią zmęczenia. Najczęściej zmęczenie definiuje się jako przejściowy stan obniżonej zdolności do wykonywania pracy (ustępujący po okresie wypoczynku), spowodowany wcześniejszą aktywnością lub innymi czynnikami np. hałasem czy niedoborem snu [2].

Zmęczenie pojawia się w zasadzie po każdym wysiłku fizycznym, bez względu na jego intensywność czy też czas trwania – zarówno po biegu sprinterskim na 100 m jak i wysiłku długotrwałym o niższej

---

\* dr, Wyższa Szkoła Biznesu i Przedsiębiorczości w Ostrowcu Św., AWF w Krakowie

intensywności. Zmęczenie występujące zaraz po zakończonym wysiłku określa się jako zmęczenie ostre. Zmęczenie ostre, w zależności od formy, intensywności i czasu trwania wysiłku, może dawać różne objawy i ustępować po różnym okresie czasu. Zmęczenie ostre należy różnicować ze zmęczeniem przewlekłym, które pojawia się kiedy zawodnik ma zbyt krótkie przerwy na odpoczynek pomiędzy kolejnymi ćwiczeniami i do każdego następnego treningu przystępuje nie w pełni wypoczęty. W sporcie objawy zmęczenia przewlekłego najczęściej określa się mianem przetrenowania [5].

Zarówno w zmęczeniu ostrym jak i przewlekłym można wyróżnić zmęczenie lokalne i zmęczenie ogólne. Pierwszy rodzaj zmęczenia – zmęczenie lokalne, ma ograniczony zasięg gdyż obejmuje tylko określone grupy mięśni, które były obciążone pracą (np. łucznictwo). Natomiast w wysiłkach angażujących do pracy większość grup mięśniowych (biegi długodystansowe, pływanie) pojawia się zmęczenie ogólne (ustrojowe) [5].

Interesującym zagadnieniem jest lokalizacja zmęczenia. Do pracy fizycznej zaangażowane są przede wszystkim dwa układy – układ mięśniowy jako narząd wykonawczy oraz układ nerwowy pełniący funkcję koordynującą i generujący impulsy nerwowe powodujące skurcze mięśni. Zmęczenie może zatem być efektem zmian wysiłkowych zachodzących w mięśniach (zmęczenie obwodowe) lub/i efektem zmian w układzie nerwowym (zmęczenie ośrodkowe). Należy jednak pamiętać, że w trakcie pracy fizycznej pracują oba układy, stanowiąc czynnościowo całość, zatem trudno wyizolować zmęczenie obwodowe bądź ośrodkowe [2,5,7].

---

Pojawienie się stanu zmęczenia zależy od intensywności wysiłku i czasu jego trwania. W zależności od tych czynników zmęczenie może manifestować się różnymi objawami. Niektóre z tych objawów może zgłaszać sam sportowiec (objawy subiektywne), natomiast niektóre objawy są objawami obiektywnymi, widoczne dla osoby obserwującej osobę trenującą bądź kontrolującą efekty treningu. Do najczęściej zgłaszanych objawów subiektywnych należy zaliczyć: bóle mięśni, uczucie osłabienia i wyczerpania, duszność, senność, nudności, zawroty głowy, osłabienie wrażeń słuchowych i wzrokowych, a nawet w skrajnych przypadkach zaburzenia czynności psychicznych. Wśród objawów obiektywnych wymienić należy: obniżenie pobudliwości mięśni, spadek siły i szybkości, wydłużenie czasu reakcji, pogorszenie precyzji i koordynacji ruchów, podwyższenie temperatury ciała, nadmierne przyspieszenie częstości skurczów serca, wymioty, omdlenie, kurcze ciepłne, drżenie mięśniowe, obniżenie tonusu mięśniowego [5,7].

Spośród wymienionych objawów zmęczenia na uwagę zasługuje jeden z podstawowych objawów czyli bolesność mięśni. Ból mięśni może pojawiać się już w trakcie ćwiczeń fizycznych (bolesność wczesna), ale może też występować z opóźnieniem, między 24 a 48 godziną po zakończeniu ćwiczeń (opóźniona bolesność mięśni – DOMS). Opóźniona bolesność mięśni, potocznie określana jako „zakwasy”, długo utożsamiana była z gromadzeniem się kwasu mlekowego w mięśniach. Tymczasem badania naukowe wykazały, że DOMS jest efektem mechanicznych uszkodzeń mięśni i tkanki łącznej, powstających w czasie skurczów ekscentrycznych tzn. skurczów w których w czasie pracy mięśnia przyczepy się oddalają. Sam kwas mlekowy nie może być

przyczyną DOMS, ponieważ jego poziom po wysiłku wraca w ciągu godziny do wartości spoczynkowych. Główne objawy DOMS to spadek siły, ograniczenie zakresu ruchu, obrzęk, bolesność uciskowa, dysfunkcje nerwowo – mięśniowe. Natomiast bolesność wczesna, występująca w czasie ćwiczeń i ustępująca po ich zakończeniu jest efektem zmian biochemicznych w komórkach mięśniowych (zwiększenie ilości kwasu mlekowego, zachwianie równowagi kwasowo – zasadowej, przesunięć jonowych) oraz drażnienie receptorów czuciowych (bólowych) w mięśniu [2,4,7].

W przypadku przetrenowania objawy będą zależeć od typu zespołu przetrenowania. Pierwszy typ, rzadko występujący i charakterystyczny dla dyscyplin siłowo-szybkościowych, związany jest z „przeciążeniem” współczulnej części układu nerwowego. Natomiast drugi typ, częściej występujący i charakterystyczny dla dyscyplin wytrzymałościowych, określany jest jako przywspółczulny zespół przetrenowania [3]. Objawy charakterystyczne dla obu typów przetrenowania przedstawiono w tabeli 1.

Tab.1. Objawy w zespole przetrenowania w zależności od zmian we współczulnym i przywspółczulnym układzie nerwowym [3]

<b>Układ współczulny</b>	<b>Układ przywspółczulny</b>
Obniżenie zdolności wysiłkowych	Obniżenie zdolności wysiłkowych
Szybkie osiąganie zmęczenia	Szybkie osiąganie zmęczenia
Niepokój, nadmierne pobudzenie	Niepokój, nadmierne pobudzenie
Utrata ambicji podczas zawodów	Utrata ambicji podczas zawodów
Zwiększona podatność na infekcje	Zwiększona podatność na infekcje
Obniżenie maksymalnego poziomu mleczanu	Obniżenie maksymalnego i submaksymalnego poziomu mleczanu
Zaburzenia snu	Spokojny sen
Anoreksja, zmniejszenie masy ciała	Prawidłowy apetyt i stała masa ciała
Zwiększenie spoczynkowej częstości skurczów serca i ciśnienia krwi	Niska spoczynkowa częstość skurczów serca i szybki jej powrót do wartości spoczynkowych po wysiłku
Powolny powrót częstości skurczów serca i ciśnienia tętniczego do wartości spoczynkowych po wysiłku	Powysiłkowa hipoglikemia
Obniżenie ciśnienia krwi po zmianie pozycji ciała	Utrata popędu płciowego (M) Zanik miesiączek (K)

W procesie treningu sportowego czy też w trakcie samych zawodów, chcąc osiągnąć zamierzony efekt lub wynik, dąży się do zmniejszenia skutków zmęczenia i/lub do opóźnienia momentu wystąpienia objawów zmęczenia. By skutecznie niwelować negatywne zmiany w ustroju zachodzące w ustroju w trakcie wysiłku fizycznego, a tym samym opóźnić moment wystąpienia zmęczenia należy poznać mechanizmy jego powstawania. Do najczęstszych przyczyn zmęczenia zalicza się:

- ubytek zasobów energetycznych,

- zakwaszenie pracujących mięśni,
- wzrost temperatury wewnętrznej organizmu i jej konsekwencje (odwodnienie i zaburzenie gospodarki elektrolitowej),
- niedotlenienie tkanek [2,5,7].

Do skurczu mięśnia potrzebna jest energia, która bezpośrednio jest uzyskiwana z rozpadu ATP. Ilość tego związku w mięśniach jest niewielka, stąd konieczna jest jego ciągła odbudowa. W czasie wysiłków krótkotrwałych, decydujące znaczenie w odbudowie ATP będzie miała fosfokreatyna, której zasoby w mięśniu są również ograniczone. Wyczerpanie zasobów zgromadzonych w mięśniu ATP i fosfokreatyny uznawane jest za powstawanie zmęczenia. W czasie wysiłków długotrwałych, dochodzi natomiast do wyczerpania zapasów glikogenu mięśniowego, tym samym do obniżenia poziomu glukozy we krwi. Niedobór glukozy we krwi powoduje między innymi zaburzenia koordynacji, zaburzenia orientacji, zwiększenie liczby popełnianych błędów. Do zaburzeń w uwalnianiu energii przyczynia się również powstający w czasie pracy fizycznej kwas mlekowy, który hamuje enzymy glikolityczne i tym samym syntezę ATP [2,7].

Kolejną przyczyną zmęczenia jest szkodliwy wpływ produktów przemiany materii, przede wszystkim powstającego w czasie wysiłku w mięśniu kwasu mlekowego. Prowadzi to do powstawania stanu zakwaszenia mięśnia, które powoduje upośledzenie funkcji mięśni-spadku siły i mocy mięśni. Zwiększenie stężenia jonów wodorowych hamuje glikolizę i syntezę ATP, powoduje drażnienie receptorów bólowych w mięśniu, zwiększenie napięcia mięśni. Jony wodorowe

dyfundując do krwi powodują obniżenie pH krwi, wywołując stan kwasicy metabolicznej, a z krwią docierają do ośrodkowego układu nerwowego powodując tam stan hamowania komórek nerwowych. W konsekwencji pojawiają się objawy zmęczenia ze strony układu nerwowego takie jak zaburzenia orientacji, ból czy nudności [2,7].

Wysiłek fizyczny powoduje wytwarzanie dużych ilości ciepła metabolicznego, co w konsekwencji doprowadza do wzrostu temperatury ciała. Podniesienie temperatury ciała o 2°C zakłóca podstawowe procesy metaboliczne i upośledza funkcjonowanie narządów, zwiększenie temperatury ciała o 3°C powoduje upośledzenie funkcji psychicznych i fizycznych. W efekcie dużego przyrostu temperatury wewnętrznej organizmu dochodzi do przegrzania organizmu (hipertermii). Główne objawy hipertermii to splatanie, bóle głowy, osłabienie, senność, bolesne kurcze mięśniowe, nudności i zawroty głowy, pogorszenie funkcji układu krążenia, oddechowego i nerwowego [2,7]. Organizm skutecznie przeciwdziała hipertermii, eliminując ciepło poprzez parowanie potu, promieniowanie, konwekcję czy przewodzenie ciepła. Z wymienionych dróg eliminacji ciepła na pierwszy plan w czasie wysiłku wysuwa się parowanie potu. Niestety chcąc skutecznie się ochładzać w czasie wysiłku człowiek musi produkować duże ilości potu (przeciętnie około 1 - 1.5 litra/na godzinę), tym samym wywołując pogłębiające się odwodnienie organizmu. Utrata wody powoduje pogorszenie się kurczliwości mięśni, upośledzenie czynności układu krążenia i czynności psychicznych. W efekcie prowadzi to do zmniejszenia wydolności tlenowej i beztlenowej. Pierwsze konsekwencje odwodnienia obserwuje się już przy niewielkim odwodnieniu wynoszącym około 1% masy ciała



– pogarsza się czynność układu krążenia. Przy odwodnieniu rzędu 2% masy ciała pojawia się uczucie zmęczenia, zmniejsza się maksymalna moc aerobowa i anaerobowa, dochodzi do zaburzeń psychicznych. Uważa się, że odwodnienie wynoszące 3% masy ciała to krytyczny punkt w rozwoju odwodnienia – szybko rozwija się hipertermia, znacznie obniża się wydolność fizyczna, pojawiają się bolesne kurcze mięśniowe. Dalsze odwodnienie organizmu może mieć niebezpieczne konsekwencje zdrowotne (omdlenie cieplne, wyczerpanie cieplne, udar cieplny) [1,6,8]. Z potem człowiek traci elektrolity – głównie sod i potas. Ubytek tych pierwiastków skutkuje zaburzeniami w generowaniu i przewodzeniu impulsów nerwowych i zmniejszeniem siły mięśni.

Niedotlenienie tkanek w czasie wysiłku fizycznego, powoduje uruchomienie beztlenowych źródeł pozyskiwania energii (glikoliza beztlenowa), której produktem jest wspomniany wcześniej kwas mlekowy. Stan niedotlenienia tkanek może wystąpić w trzech sytuacjach:

1. we wstępnej fazie każdego wysiłku fizycznego (deficyt tlenowy),
2. przy częstej zmianie intensywności pracy w czasie wysiłków submaksymalnych,
3. przy ćwiczeniach o bardzo dużej intensywności (wysiłki supramaksymalne) [5].

Podsumowując, głównymi przyczynami zmęczenia w czasie wysiłków o krótkim czasie trwania ale o bardzo dużej intensywności, jest utrata zasobów energetycznych (ATP, fosfokreatyna) oraz zakwaszenie pracujących mięśni. Natomiast w czasie wysiłków długotrwałych zmęczenie powodowane jest przez wzrost temperatury wewnętrznej

organizmu, odwodnienie, utratę elektrolitów oraz utratę zasobów energetycznych (glikogen, glukoza) [2].

Strategia zapobiegania zmęczeniu powinna zatem obejmować: dostarczanie do organizmu związków energetycznych i elektrolitów oraz skuteczne nawadnianie organizmu, hamujące rozwój hipertermii (odpowiednia ilość płynów podana w odpowiednim czasie). Skutecznym środkiem spełniającym wymienione kryteria jest płyn izotoniczny, który zawiera węglowodany, niezbędne elektrolity (sód) oraz szybko i skutecznie nawadnia organizm. Przyjmowanie płynów powinno odbywać się nie tylko po ćwiczeniach czy też w ich trakcie, ale również przed wysiłkiem. Nawadnianie organizmu powinno rozpocząć się w dzień poprzedzający ćwiczenia. W dniu zajęć ruchowych powinno wypić się ok. 500 ml płynu na około 2-3 godziny przed wysiłkiem, następnie na około 10 minut przed wysiłkiem około 300 ml płynu i w trakcie wysiłku co 15-20 minut 125-250 ml płynu. Po zakończonym wysiłku zalecane jest przyjmowanie płynów co 20 minut w ilości 250 ml, tak by w ciągu 4-6 godzin uzupełnić braki wody w ustroju [8].

## Piśmiennictwo

1. Cisoń T., Tyka A., Szyguła Z., Pałka T., Pilch W. 2006. *Szybka redukcja masy ciała poprzez odwodnienie – konsekwencje zdrowotne oraz wpływ na wydolność organizmu człowieka*. Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin, Sectio D, 2006, Vol.LX, suppl.XVI, 76, 3s. 29-332
2. Gawroński W., Szyguła Z. 2005. *Zmęczenie, przetrenowanie i sposoby intensyfikacji wypoczynku*. (W:) *Medycyna Sportowa*. Pod red. A. Jegier, K. Nazar i A. Dziak. PTMS, Warszawa, rozdział IX, s. 465-480.

3. Hackney A.C., Dobridge J., Wilson L.S. 2001. *Zespół przetrenowania u sportowców: hipotezy dotyczące mechanizmów rozwoju i metody terapii*. *Medicina Sportiva*, vol. 5(3), s. 147-159
4. Jaskólska A., Bogucka M., Świstak R., Jaskólski A. 2002. *Mechanizmy powstawania, objawy i następstwa opóźnionej bolesności mięśni szkieletowych (DOMS)*. *Medicina Sportiva*, vol. 6 (4), s. 189-201
5. Kubica R. 1995. *Podstawy fizjologii pracy i wydolności fizycznej*. Wydawnictwo Skryptowe AWF, Kraków, nr 24.
6. Szyguła Z., Cisoń T., Tyka A. 2006. *Zastosowanie napojów izotonicznych u sportowców*. *Medicina Sportiva*, 10 (suppl.3), s. 237-241
7. Szyguła Z., Gawroński W. 2002. *Zmęczenie jako rezultat wysiłku fizycznego – zarys problemu*. *Medicina Sportiva*, 6 (suppl.1), s. 93-101
8. Szyguła Z., Pilch W., Cisoń T. 2005. *Odwodnienie i zaburzenia termiczne u aktywnych ruchowo osób w różnym wieku. (W:) Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*. Pod red. D. Umiastowskiej, Wyd. Prom. "Albatros", Szczecin, s. 616-621