

Zbigniew Czapla¹, Ewa Szczepanowska²

¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Antropologii, Zakład Biologii Rozwoju Człowieka
ul. Fredry 10, 61-701 Poznań
czapla@main.amu.edu.pl

²Uniwersytet Szczeciński, Instytut Kultury Fizycznej, Zakład Anatomii i Biometrii
al. Piastów 40b, blok 6, 71-065 Szczecin
eszczepan@poczta.onet.pl

CHARAKTERYSTYKA ELEKTROFORETYCZNEJ RUCHLIWOŚCI JĄDER KOMÓRKOWYCH (EMN) U TRENUJĄCYCH DZIEWCZĄT CHARACTERISTICS OF ELECTROPHORETIC MOBILITY OF CELL NUCLEI (EMN) IN FEMALE ATHLETES

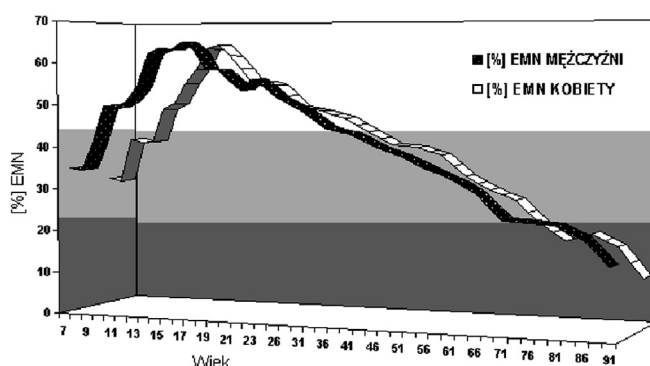
Abstract

Metabolic activity of cells could be describe by changes of an index of Electrophoretic Mobility of Cell Nuclei (EMN) in epithelium cells. The examined group (N = 33) consisted of female juniors practicing rowing. In this study 3 exercise tests of an increasing intensity up to: anaerobic threshold, maximal oxygen uptake and supermaximal intensity were applied. Values of EMN index reflected an influence of physical exercise on metabolic status of an organism determining a concentration of acidic intermediates. Changes of EMN index were connected with the metabolic threshold of anaerobic processes indicating the oxygen potential of an organism. EMN index could be used as an additional parameter to evaluate physiological changes under the influence of physical exercise. In an aspect of the level of performance it could be helpful in evaluation of physiological changes during training process.

Wstęp

Metaboliczna aktywność komórek, może być opisana poprzez zmiany wartości wskaźnika elektroforetycznej ruchliwości jąder komórek nabłonkowych EMN (Electrophoretic Mobility of Cell Nuclei). Obserwowane zmiany wskaźnika są wynikiem działania czynników genetycznych, jak również różnych czynników endo- i egzogennych (3, 4, 5).

W przebiegu całej ontogenezy człowieka obserwujemy charakterystyczny przebieg średnich wartości wskaźnika EMN (ryc. 1), jednocześnie z badań wynika, że za pomocą wskaźnika EMN można opisać fizjologiczny stan organizmu, wynikający z wieku kalendarzowego danego osobnika, oraz wpływu czynników środowiska zewnętrznego, np. wysiłku fizycznego w procesie treningu sportowego (2, 6).



Ryc. 1. Przebieg średnich wartości wskaźnika EMN w ontogenezie człowieka.

Linia wznosząca – faza progresywna (1); linia opadająca – faza stabilna i inwolucyjna (4)

Celem badań była próba znalezienia zależności pomiędzy wartościami wskaźnika EMN a zmianami wysiłkowych stężeń wybranych wyznaczników metabolicznych oraz parametrów fizjologicznych u trenujących dziewcząt.

Materiał i metody

W wyborze badanych osób kierowano się poddaniu ich regularnemu procesowi treningowemu. Grupę badanych ($N = 33$) stanowiły juniorki trenujące wioślarstwo. Wartości cech osobniczych charakteryzujących tę grupę przedstawione są w tab. 1.

Tab. 1. Wartości cech osobniczych wioślarek-junierek

$N = 33$	$\bar{x}$	SD
Wiek [lata]	15.3	0.97
Wiek menarche [lata]	12.3	1.03
Staż treningowy [lata]	2.6	1.23
Masa ciała [kg]	64.2	6.26
Wysokość ciała [cm]	169.5	3.67

Ocenie podległy zmiany wskaźnika EMN oraz wybranych wyznaczników metabolicznych pod wpływem testów wysiłkowych o wzrastającej intensywności (progowej, maksymalnej i supermaksymalnej) na ergometrze wioślarskim w kolejnych okresach treningowych (przygotowawczym, przygotowania specjalnego i startowym). Zawodniczki były poddane tym testom 10-krotnie, w ciągu 3 lat. W każdym z wysiłków oznaczano wyznaczniki metaboliczne takie, jak: parametry równowagi kwasowo-zasadowej krwi (pH i BE) i stężenie kwasu mlekowego (LA). Wyznaczano też wskaźniki wysiłkowe takie, jak: pobór tlenu na poziomie progu przemian anaerobowych (VO_2^{VT}) i intensywności maksymalnej (VO_2^{max}), częstość skurczów serca (HR). Parametry fizjologiczne rejestrowano za pomocą systemu komputerowego Cardio-Pulmonary-Exercise-D (CPX-D) produkcji MEDICAL GRAPHICS CORPORATION, częstość skurczów serca za pomocą Sport-Testera PE-3000 firmy POLAR. Przed i 3 min. po wysiłku pobierano krew z opuszki palca do oznaczenia metodą enzymatyczną stężenia wyznaczników metabolicznych. Od każdej zawodniczki, przed i po wysiłku, pobrano nadtętno z jamy ustnej, który służył do oceny wartości wskaźnika EMN. Wartość wskaźnika oceniono za pomocą specjalnie do tego celu skonstruowanego urządzenia BIOTEST (9).

Zastosowano test t-Studenta dla porównania istotności różnic stężeń badanych cech między spoczynkiem (sp) a wysiłkiem (wf). Posłużono się w tabelach liczbą niezależnych powtórzeń, czyli pomiarów danej cechy ($N = 104$). Określono dla tej liczby współczynniki korelacji metodą Pearsona. W obliczeniach uwzględniono zmiany stężeń badanych substancji pod wpływem hemokoncentracji.

Wyniki

Wartości badanych wyznaczników metabolicznych wioślarek w spoczynku i po wysiłku (dla każdego rodzaju wysiłku) oraz odpowiadająca im częstość skurczu serca, określająca intensywność wysiłku, przedstawione są w tab. 2.

Tab. 2. Spoczynkowe i wysiłkowe wartości badanych wyznaczników metabolicznych i parametrów fizjologicznych wioślarek-junierek.

Rodzaj wysiłku		pH		BE [mmol/l]		LA [ud/min]		HR ppa [ud/min]	HR wf
		sp	wf	sp	wf	sp	wf		
supermaksymalny	$\bar{x}$	7.375	7.141	-1.3	-17.5	1.5	13.0	-	194.3
	SD	0.012	0.066	1.4	3.1	0.3	2.3	-	8.0
maksymalny	$\bar{x}$	7.384	7.225	-1.2	-12.7	1.2	8.7	171.5	188.5
	SD	0.018	0.056	1.3	3.3	0.3	2.4	13.5	9.5
progowy	$\bar{x}$	-	-	-	-	1.3	5.1	157.9	157.9
	SD	-	-	-	-	0,3	1.6	5.4	5.4

Organizm trenujących dziewcząt odpowiedział spadkiem wartości wskaźnika EMN na wysiłek fizyczny. W tab. 3 przedstawiono wartości spoczynkowe, wysiłkowe i przyrosty (Δ) wskaźnika EMN w zależności od rodzaju wysiłku fizycznego. Statystycznie istotne różnice wystąpiły tylko dla wysiłku supramaksymalnego.

Tab. 3. Wartości spoczynkowe, wysiłkowe i przyrosty wskaźnika EMN w zależności od rodzaju wysiłku fizycznego

Rodzaj wysiłku	supermaksymalny		maksymalny		progowy	
Wskaźnik EMN	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
EMN sp [%]	41.5	20.1	44.8	16.4	50.7	15.1
EMN wf [%]	35.1*	19.1	44.0	16.1	46.9	13.1
Δ EMN [%]	-6.4*	13.3	-0.8	8.6	-3.8	6.6

* $< p 0,05$

Realizując postawiony cel badawczy dokonano analizy otrzymanych danych pod kątem ich wzajemnych związków. Analiza korelacji wykazała związek między pH, LA, HR, VO₂VT i VO₂VT/VO₂max (stosunek wykorzystania tlenu na poziomie progu przemian anaerobowych w porównaniu z maksymalnym pochłanianiem tlenu) a wskaźnikiem EMN. Wyniki przeprowadzonej analizy prezentuje tab. 4.

Tab. 4. Wartości współczynników korelacji między stadium spoczynkowym, wysiłkowym i przyrostem wskaźnika EMN a spoczynkowymi i wysiłkowymi wartościami wyznaczników metabolicznych i parametrów fizjologicznych

Cecha	EMN sp	EMN wf	Δ EMN
pH sp	0.2119 *	0.2067	-0.0033
pH wf	-	0.1322	0.1213
BE sp	0.1443	0.0502	-0.1438
BE wf	-	0.1247	0.1115
LA sp	-0.2931**	-0.4101**	-0.1596
LA wf	-	-0.2241 *	-0.1080
HR ppa	-	-0.1024	-0.1291

Cecha	EMN sp	EMN wf	Δ EMN
HR wf	-	0.0114	-0.2634 *
VO ₂ VT	-	-0.0898	-0.3259 *
VO ₂ max	-	0.1032	-0.0764
VO ₂ VT/VO ₂ max	-	-0.2141	-0.3446 *

*p < 0.05

** p < 0.01

Dyskusja

Wysiłek fizyczny, jako proces kataboliczny przemiany materii i energii, jest stanem wywołującym czasowe zaburzenia homeostazy, związane m. in. z nagromadzeniem kwasowych produktów metabolizmu. W przypadku wysiłku fizycznego o bardzo dużej intensywności obserwuje się silniejszą odpowiedź metaboliczną niż w wysiłku maksymalnym i progowym, o czym można wnioskować pośrednio poprzez niższe wartości wskaźnika EMN (tab. 3). Może to sugerować, że do wystąpienia istotnych statystycznie zmian wskaźnika EMN konieczne jest zaistnienie silniejszego zaburzenia homeostazy i większego nagromadzenia produktów przemiany i energii (7, 9). Ujemna korelacja między ruchliwością jąder komórek nabłonkowych a spoczynkowymi i wysiłkowymi wartościami wyznaczników metabolicznych uwidacznia zależności odwrotnie proporcjonalne między wartościami wskaźnika EMN a stężeniem kwasu mlekowego u junierek (tab. 4). Jednocześnie dodatnie korelacje, pomiędzy wskaźnikiem EMN a pH w spoczynku, potwierdzają związki elektroforetycznej ruchliwości jąder komórek nabłonkowych ze stanem homeostazy kwasowo-zasadowej organizmu. Ujemna zależność Δ EMN od HR wf wyraża prawdopodobnie niekorzystny wpływ na ruchliwość jąder komórek nabłonkowych wzrastającej w czasie wysiłku fizycznego temperatury ciała. W badanej grupie junierek widoczny jest związek między Δ EMN a wartościami VO₂VT oraz VO₂VT/VO₂max (tab. 4). Może to podkreślać zależność potencjału tlenowego organizmu od zmian wysiłkowych, odzwierciedlonych w wartości spadku wskaźnika EMN w wysiłku. Wyraźne zaznaczenie związku Δ EMN z VO₂VT i VO₂VT/VO₂max, który stanowi o wielkości potencjału tlenowego organizmu, a więc również o poziomie wytrzymałości, jako podstawy wydolności ogólnej ustroju, nasuwa przypuszczenie, że próg przemian anaerobowych manifestuje występowanie, w czasie wysiłku fizycznego, progu metabolicznego, któremu podlegają prawdopodobnie wszystkie reakcje fizykochemiczne, zachodzące podczas pracy fizycznej, i wszystkie, hierarchicznie nad nimi uszeregowane, procesy regulujące zaburzenia homeostazy w organizmie (10). Tym samym właściwości fizykochemiczne komórek nabłonkowych mogą opisywać możliwości wydolnościowe badanego osobnika. Mogą być dodatkowymi parametrami oceniającymi stan fizjologiczny organizmu oraz efektywność procesu treningowego.

Wnioski

1. Wartości wskaźnika EMN odzwierciedlają wpływ wysiłku fizycznego.
2. Zmiany wskaźnika EMN mogą mieć związek ze zmianami powysiłkowymi o charakterze kwasowym (wysoka korelacja EMN i LA).
3. Zmiany wskaźnika EMN są powiązane z progiem przemian anaerobowych, stanowiącym o potencjale tlenowym organizmu.
4. Wskaźnik EMN może być stosowany jako dodatkowy parametr do oceny zmian fizjologicznych organizmu pod wpływem wysiłku fizycznego, a w aspekcie wydolności fizycznej do oceny zmian fizjologicznych organizmu w procesie treningowym.

Piśmiennictwo

1. Cieślík J., M. Kaczmarek, M. D. Kaliszewska-Drozdowska, 1994, Wiek fizjologiczny, [w:] Dziecko Poznańskie '90, Poznań
2. Czaplá Z., 1998a, Appraisal of changeability of the EMN index with regard to lifestyle on the basis of daily examination, [w:] Methodological Aspects of Researches in the field of EMN (Electrophoretic Mobility of Nuclei), Palacky University Olomouc, 8-16

3. Czapla Z., 1998b, Phenomenon of electrophoretic mobility of cell nuclei (EMN) as a consequence of biological and physical properties of the cell, [w:] *Methodological Aspects of Researches in the field of EMN (Electrophoretic Mobility of Nuclei)*, Palacky University Olomouc, 17-26
4. Czapla Z., 1999, Fazowość rozwoju biologicznego człowieka oceniania wybranymi metodami fizykochemicznymi, Praca doktorska, Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań
5. Czapla Z., 2000, The phaseness of human biological development assessed with the use of selected physicochemical methods, *Variability and Evolution*, 8, 135-141
6. Czapla Z., J. Cieřlik, 2000, The EMN index as measure of the biological condition of the human organism, *Medical Review. Scripta Periodica*, III (3), 24-38
7. Korzun E. I, V. G. Shakhbazov, E. C. Mailian, T. V. Colupaeva, E. A. Kovalenko, 1985, Elektrokineticiskije svojstwa kletocnych jader bukkalnoego epitelija celoveka v uslovijax gipoksii i pri bolezni dwirzenija, *Patofizjologija*, 6, 63-65
8. Shakhbazov V. G., T. V. Colupaeva, A. L. Nabokov, 1986, Novyj metod opredelenija biologiceskogo vozrosta celoveka, *Laboratornoe Delo*, 7, 404-407
9. Shckorbatov Y. G., T. V. Colupaeva, V. G. Shakhbazov, P. A. Pustovoj, 1995, O swjazi elektriceskich svojstwa jader kletok celoveka c nekatorymi fizjologiceskimi parametrami, *Fizjologija celoveka*, 21 (2), 93-97
10. Szczepanowska E., 20001, Odpowiedzi hormonów glukostatycznych i płciowych na wysiłek fizyczny organizmu człowieka, *Monografie AWF w Poznaniu*, 345