

Kamila Malewska-Kaczmarek¹, Joanna Jerzyńska¹, Daniela Podlecka¹,
Ewa Mospinek¹, Katarzyna Górską², Iwona Stelmach¹

Otrzymano: 04.02.2019
Zaakceptowano: 16.05.2019
Opublikowano: 31.12.2019

Wpływ regularnego treningu na czynność płuc u młodzieży

Effect of regular training on lung function in adolescents

¹ Oddział Kliniczny Interny Dziecięcej i Alergologii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Szpital im. M. Kopernika w Łodzi (Kamila Malewska-Kaczmarek ORCID: 0000-0002-6769-839X; Joanna Jerzyńska ORCID: 0000-0002-8042-406X; Daniela Podlecka ORCID: 0000-0002-7443-2223; Ewa Mospinek ORCID: 0000-0002-3690-1631; Iwona Stelmach ORCID: 0000-0002-1475-8221)

² Zakład Medycyny Społecznej i Zapobiegawczej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Adres do korespondencji: Prof. dr hab. n. med. Iwona Stelmach, Oddział Kliniczny Interny Dziecięcej i Alergologii, Ośrodek Pediatryczny im. dr. J. Korczaka, WWCOIT im. M. Kopernika, ul. Piłsudskiego 71, 90-329 Łódź, tel.: +48 42 207 47 26, faks: +48 42 677 63 58, e-mail: alergol@kopernik.lodz.pl

Streszczenie

Układ oddechowy osób aktywnie i regularnie uprawiających sport ulega systematycznym przemianom. Rozwój układu oddechowego, a w konsekwencji objętości oddechowych, zależy od rodzaju, intensywności, ciężkości, czasu trwania i częstotliwości wysiłku fizycznego. Badania wskazują, że objętości oddechowe osiągnięte przez osoby regularnie uprawiające sport są wyższe niż u tych, które prowadzą mniej aktywny tryb życia. Ocenę funkcjonowania układu oddechowego umożliwia spirometria spoczynkowa, która ułatwia postawienie właściwej diagnozy i monitorowanie układu oddechowego zarówno u osób zdrowych, jak i u pacjentów z chorobami przewlekłymi. Celem badania była ocena wybranych parametrów czynności płuc u młodzieży aktywnie uprawiającej sport w odniesieniu do populacji ogólnej. W badaniu wzięło udział 180 nastolatków w wieku 12–17 lat. Wśród nich było 90 chłopców aktywnie uprawiających sport w szkole sportowej oraz 90 chłopców nietreningujących regularnie, uczęszczających do szkoły niesportowej. Uczniowie szkoły sportowej codziennie trenowali grę w piłkę nożną. U osób zakwalifikowanych do badania wykonano spirometrię spoczynkową. Wśród uczniów aktywnie grających w piłkę nożną zaobserwowano istotnie wyższe wartości natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej (FEV_1), natężonej pojemności życiowej (FVC), szczytowego przepływu wydechowego (PEF) i maksymalnych przepływów wydechowych (MEF_{25}). Stwierdzono również, że u młodzieży regularnie uprawiającej sport istnieje dodatnia korelacja pomiędzy wskaźnikiem masy ciała (BMI) a FEV_1 , FVC, PEF oraz MEF_{25} ; u dzieci nietreningujących podobną korelację zaobserwowano jedynie pomiędzy BMI i FVC. Uzyskane wyniki wskazują, że regularne uprawianie sportu pozytywnie wpływa na uzyskanie lepszych parametrów w spirometrii spoczynkowej wśród młodzieży.

Słowa kluczowe: czynność płuc, BMI, sport, młodzież

Abstract

The respiratory system of people who actively and regularly practise sport undergoes systematic changes. The development of the respiratory tract and consequently the tidal volumes depend on the type, intensity, severity, duration and frequency of physical effort. Research indicates that tidal volumes achieved by people who regularly practise sport are higher than in those who have less active lifestyles. The assessment of respiratory system functioning is possible by spirometry, which can help in establishing a correct diagnosis and in monitoring the respiratory system in both healthy people and in patients with chronic diseases. The aim of the study was to evaluate selected parameters of lung function in adolescents who actively practise sport and compare them with the general population. The study involved 180 adolescents, aged 12–17 years. These were 90 boys who actively practised sport in a sports school and 90 boys from a state school who did not train regularly. Sports school students played soccer every day. Spirometry was performed in all the boys who were enrolled in the study. The students who actively played soccer presented significantly higher values of forced expiratory volume in 1 second (FEV_1), forced vital capacity (FVC), peak expiratory flow (PEF) and maximal expiratory flow (MEF_{25}). Moreover, a positive correlation was found between the body mass index (BMI) and FEV_1 , FVC, PEF and MEF_{25} in the boys who regularly practised sport; in children who did not train regularly, a similar correlation was found only between BMI and FVC. The results indicate that regular training has a positive effect on spirometry parameters in adolescents.

Keywords: lung function, BMI, sport, adolescents

WSTĘP

Układ oddechowy osób aktywnie i regularnie uprawiających sport ulega systematycznym przemianom. W trakcie wysiłku fizycznego zwiększa się nie tylko wentylacja minutowa, ale również zużycie tlenu. Szacuje się, że podczas treningu zużycie tlenu wzrasta z 250 ml/min w stanie spoczynku do 3–5 l/min w trakcie wysiłku. Ułatwiają to zwiększone wentylacja minutowa i pojemność dyfuzyjna płuc. Poprawa tych parametrów usprawnia również transport tlenu do tkanek organizmu. Regularne treningi umożliwiają sportowcom przystosowanie się do nowych warunków wydolnościowych⁽¹⁾. Rozwój układu oddechowego, a w konsekwencji objętości oddechowych, zależy od rodzaju, intensywności, ciężkości, czasu trwania i częstotliwości wysiłku fizycznego⁽²⁾. Według Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization, WHO) istnieją przekonujące dowody na to, że większa niż przeciętnie aktywność fizyczna znacznie poprawia stan zdrowia dzieci i młodzieży⁽³⁾.

Jedną z najpopularniejszych na świecie dyscyplin sportowych jest piłka nożna. Sport ten uprawiają zarówno mężczyźni, jak i kobiety z każdej grupy wiekowej. Podczas trwającego średnio 90 minut meczu zawodnicy przebywający na środku boiska przebiegają dystans około 10 kilometrów, a bramkarze – około 4 kilometrów.

Profesjonalna gra w piłkę nożną wymaga nie tylko zdolności fizycznych, ale także umiejętności taktycznych. Podczas meczu każdy zawodnik potrzebuje dużo energii, aby wytrzymać zmieniające się tempo biegu, kopanie i skakanie⁽⁴⁾. Spirometria jest badaniem umożliwiającym ocenę pojemności życiowej płuc i jej składowych, pozwalającym jednocześnie na postawienie właściwej diagnozy i monitorowanie układu oddechowego zarówno u osób zdrowych, jak i u osób z chorobami przewlekłymi. U dzieci wraz z wiekiem obserwuje się dużą zmienność w objętościach oddechowych⁽⁵⁾. Zakresy referencyjne wyników badania spirometrycznego odnoszą się do wartości przewidywanych dla wieku, płci, rasy i wzrostu, ale nie ma takiego odniesienia do aktywności fizycznej. Przewidywane wyniki dla populacji osób prowadzących siedzący tryb życia i osób aktywnie uprawiających sport są takie same, co w istotny sposób zawęża wyniki badania płuc u sportowców. Badania wskazują, że objętości oddechowe osiągnięte przez osoby regularnie uprawiające sport są wyższe niż u tych, które prowadzą mniej aktywny tryb życia^(2,6).

CEL PRACY

Celem badania była ocena wybranych parametrów czynności płuc u młodzieży aktywnie uprawiającej sport w odniesieniu do populacji ogólnej.

MATERIAŁ

Badaniem objęto 180 nastolatków w wieku 12–17 lat. Wśród nich było 90 chłopców aktywnie uprawiających sport w szkole sportowej oraz 90 chłopców nietreningujących regularnie,

uczęszczających do szkoły niesportowej. Uczniowie szkoły sportowej codziennie trenowali grę w piłkę nożną. Kryteriami wykluczającymi z badania były: rozpoznanie przewlekłej choroby układu oddechowego, brak współpracy podczas wykonywanych badań, obecność przeciwwskazań (według Polskiego Towarzystwa Alergologicznego) do przeprowadzenia zaplanowanych badań.

METODY

U osób zakwalifikowanych do badania wykonano spirometrię spoczynkową przy użyciu aparatu MasterScreen firmy Jaeger (Niemcy). Badania czynnościowe układu oddechowego były wykonywane w Pracowni Badań Czynnościowych Układu Oddechowego Ośrodka Pediatrycznego im. dr. J. Korczaka w Łodzi. Pomiarów dokonywano zawsze zgodnie z zaleceniami Amerykańskiego Towarzystwa Chorób Klatki Piersiowej (American Thoracic Society, ATS), po uzyskaniu pisemnej zgody dzieci oraz ich rodziców/opiekunów prawnych. Spirometria spoczynkowa była wykonywana w pozycji siedzącej. Każdy pomiar składał się z powtarzalnych dwóch lub trzech poprawnie wykonanych spirometrii. W zakresie natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej (*forced expiratory volume in 1 second*, FEV₁) dwa najlepsze pomiary nie różniły się o więcej niż 0,2 l.

Metody analizy statystycznej

Badane cechy opisano za pomocą miar rozkładu (średnia) wraz z miarami rozproszenia (odchylenie standardowe, 95-procentowy przedział ufności oraz wartości od minimalnych do maksymalnych). Do oznaczenia różnic między badanymi uczniami dwóch typów szkół użyto analizy wariancji (ANOVA). W celu określenia związku pomiędzy poszczególnymi parametrami oznaczono współczynnik korelacji Spearmana. Jako próg istotności statystycznej przyjęto wartość 0,05. Wszystkie obliczenia statystyczne przeprowadzono za pomocą Stata/Special Edition 14.2 (StataCorp LP, College Station, Texas, USA).

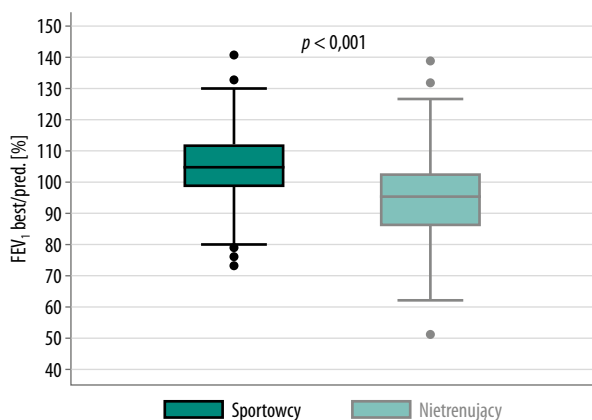
WYNIKI

Badanie ukończyło 180 chłopców. Charakterystykę badanych uczniów przedstawiono w tab. 1. Wykazano istotną statystycznie różnicę w FEV₁ pomiędzy badanymi grupami ($p < 0,001$) (ryc. 1). Średnia wartość FEV₁ dla aktywnie uprawiającej sport młodzieży ze szkoły sportowej wyniosła 105,33%, natomiast dla dzieci nietreningujących 95,5%. Średnie wartości wskaźnika Tiffeneau [stosunek natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej (FEV₁) do natężonej pojemności życiowej (*forced vital capacity*, FVC)] dla młodzieży uczęszczającej do szkoły sportowej określono na poziomie 101,89%, a dla drugiej badanej grupy – 103,48%; różnica ta nie była istotna statystycznie (ryc. 2) ($p = 0,203$). Średnie wartości szczytowego przepływu wydechowego (*peak expiratory flow*, PEF) różniły się w sposób

Badana cecha	Badana grupa	Parametry statystyczne				Poziom istotności statystycznej (wartość p)
		M	SD	95% CI	Min.–maks.	
Wiek [lata]	Sportowcy	14,22	1,47	13,91–14,53	12–17	=0,449
	Nietreningujący	14,06	1,28	13,80–14,33	12–17	
Masa ciała [kg]	Sportowcy	58,26	12,66	55,60–60,91	31–88	=0,118
	Nietreningujący	60,26	13,82	57,36–63,14	28–102	
Wysokość [cm]	Sportowcy	170,14	10,54	167,94–172,35	141–191	=0,724
	Nietreningujący	169,08	9,66	167,05–171,10	145–188	
BMI [kg/m ²]	Sportowcy	19,86	2,45	19,36–20,38	15,42–25,71	=0,011
	Nietreningujący	20,92	3,73	20,14–21,70	13,32–30,47	
FEV ₁ best/pred. [%]	Sportowcy	105,33	12,79	102,65–108,01	73–141	<0,001
	Nietreningujący	95,50	14,62	92,43–98,56	51–139	
Wskaźnik Tiffeneau FEV ₁ /FVC [%]	Sportowcy	101,89	7,77	100,26–103,52	82–120	=0,203
	Nietreningujący	103,48	8,87	101,62–105,33	73–118	
PEF best/pred. [%]	Sportowcy	101,54	15,57	98,28–104,80	50–150	<0,001
	Nietreningujący	80,04	18,85	76,10–83,99	37–122	
FVC best/pred. [%]	Sportowcy	102,48	11,18	100,13–104,82	71–129	<0,001
	Nietreningujący	91,81	15,08	88,65–94,97	55–131	
MEF ₂₅ best/pred. [%]	Sportowcy	96,73	31,26	90,19–103,28	41–211	<0,001
	Nietreningujący	79,07	18,73	75,14–82,99	38–123	
MEF ₅₀ best/pred. [%]	Sportowcy	100,64	24,14	95,59–105,70	50–171	=0,066
	Nietreningujący	94,10	23,31	89,22–98,98	34–166	
MEF ₇₅ best/pred. [%]	Sportowcy	102,79	18,97	98,81–106,76	54–156	=0,775
	Nietreningujący	103,92	32,46	97,12–110,72	46–210	

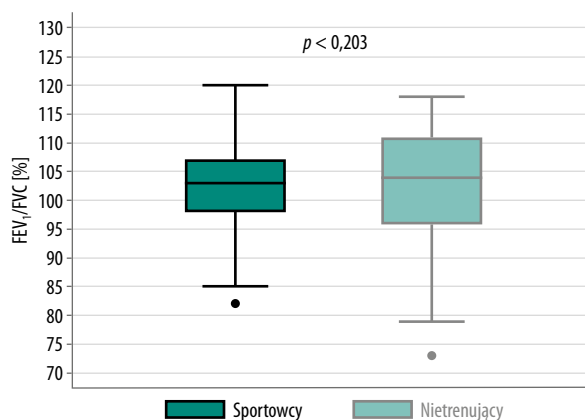
M (mean) – średnia; *SD* (standard deviation) – odchylenie standardowe; *CI* (confidence interval) – przedział ufności. Obliczenia statystyczne dla cech antropometrycznych były odnoszone do wieku badanych.

Tab. 1. Charakterystyka badanych uczniów według aktywności fizycznej



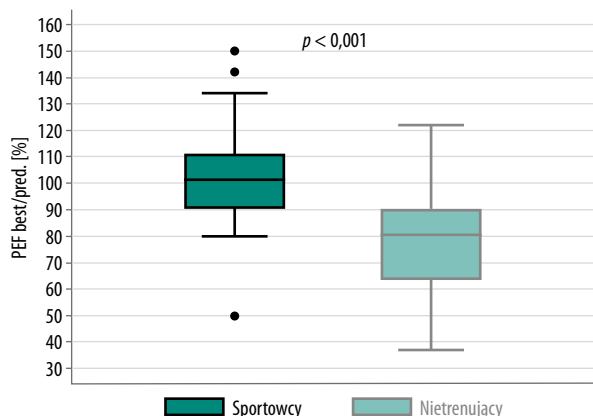
Ryc. 1. Wyniki natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej FEV₁ [%] u badanych uczniów według aktywności fizycznej

istotny statystycznie dla poszczególnych szkół, odpowiednio: 101,54% wśród chłopców ze szkoły sportowej i 80,04% u chłopców nietreningujących ($p < 0,001$) (ryc. 3). Różnice istotne statystycznie odnotowano również w wartościach maksymalnych przepływów wydechowych (*maximal expiratory flow*, MEF) w drobnych drogach oddechowych – MEF₂₅ ($p < 0,001$); średni wynik wśród dzieci ze szkoły sportowej wyniósł 96,73%, a wśród dzieci nietreningujących 79,07% (ryc. 4). Wartości parametrów oddechowych MEF₅₀ i MEF₇₅ nie różniły się pomiędzy grupami.

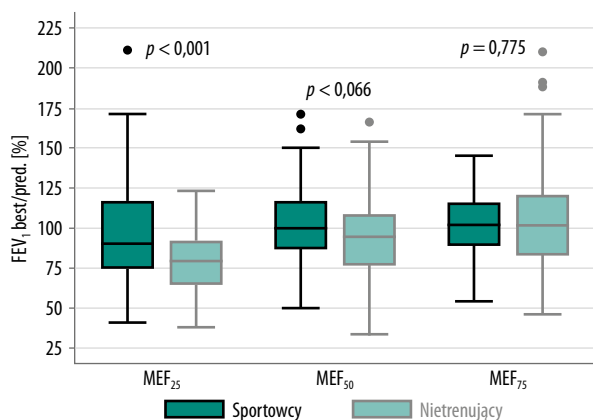


Ryc. 2. Wyniki wskaźnika Tiffeneau FEV₁/FVC [%] u badanych uczniów według aktywności fizycznej

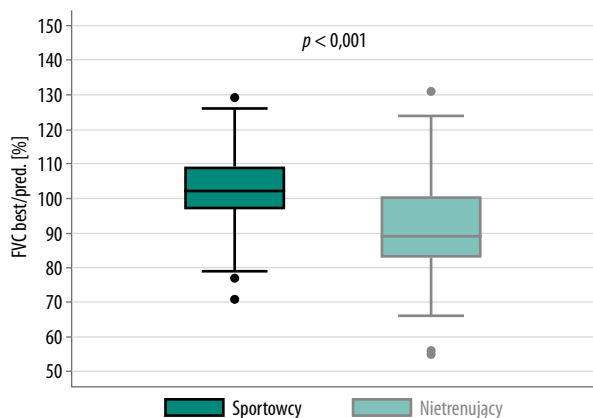
Średnie wartości FVC wśród badanych młodych sportowców wyniosły 102,48%, a wśród chłopców nietreningujących 91,81%; różnica była istotna statystycznie ($p < 0,001$) (ryc. 5). Wartości wskaźnika masy ciała (*body mass index*, BMI) różniły się istotnie pomiędzy grupami ($p = 0,011$). Niższe wartości BMI odnotowano u młodych sportowców – średnio 19,86 kg/m², natomiast u chłopców nietreningujących – średnio 20,92 kg/m². Analizując związek pomiędzy BMI a poszczególnymi ocenianymi parametrami wśród młodzieży aktywnie uprawiającej sport, wykazano, że istnieje dodatnia korelacja pomiędzy wskaźnikiem



Ryc. 3. Wyniki szczytowego przepływu wydechowego PEF [%] u badanych uczniów według aktywności fizycznej



Ryc. 4. Wyniki przepływów MEF na poziomie 25%, 50% i 75% [%] u badanych uczniów według aktywności fizycznej



Ryc. 5. Wyniki natężonej pojemności życiowej FVC [%] u badanych uczniów według aktywności fizycznej

BMI a FEV_1 ($p < 0,001$), FVC ($p < 0,001$), PEF ($p = 0,006$) oraz MEF_{25} ($p = 0,022$); u dzieci nietreningujących podobną korelację zaobserwowano pomiędzy BMI i FVC ($p = 0,020$) (tab. 2).

OMÓWIENIE

Wyniki badania sugerują, że dzieci regularnie uprawiające sport osiągają lepsze parametry czynności płuc niż dzieci

Badana cecha	Sportowcy	Nietreningujący
	BMI [kg/m ²]	
FEV_1 best/pred. [%]	0,440 <math>< 0,001</math>	0,129 0,226
FVC best/pred. [%]	0,482 <math>< 0,001</math>	0,245 0,020
PEF best/pred. [%]	0,285 0,006	-0,138 0,194
MEF_{25} best/pred. [%]	0,241 0,022	-0,132 0,215

Górna wartość – współczynniki korelacji Spearmana.
Dolna wartość – poziom istotności statystycznej.

Tab. 2. Korelacje pomiędzy wartościami BMI a parametrami czynności płuc u badanych uczniów trenujących i nietreningujących

nietreningujące regularnie. Wśród uczniów aktywnie grających w piłkę nożną zaobserwowano istotnie wyższe wartości FEV_1 , FVC, PEF i MEF_{25} . Przeprowadzone wcześniej badania sugerują, że lepsze wyniki osiągane przez sportowców w badaniu spirometrycznym w porównaniu z wynikami w populacji ogólnej są spowodowane adaptacją układu oddechowego do nowych warunków fizycznych⁽²⁾.

Z badań przeprowadzonych wśród zawodników regularnie uprawiających sport wynika, że w czasie treningu zmniejsza się opór w drogach oddechowych, co poprawia wentylację w pęcherzykach płucnych. Podobne badanie przeprowadzono w Belgradzie wśród sportowców, którzy osiągnęli lepsze wartości FVC i FEV_1 oraz niższe wartości wskaźnika Tiffeneau⁽²⁾. Potwierdzają to badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii, w których wykazano, że zawodnicy dyscyplin wytrzymałościowych w porównaniu z populacją osób mało aktywnych fizycznie osiągają wyższe wartości FVC i FEV_1 w spirometrii spoczynkowej, natomiast stosunek FEV_1/FVC jest u nich niższy⁽⁷⁾. Badania sugerują, że objętości płuc u osób aktywnie uprawiających dyscypliny sportowe, które wymagają większej wytrzymałości, są większe niż u osób nieuprawiających sportu⁽²⁾. Inni badacze zaobserwowali jednak, że po uwzględnieniu powierzchni ciała osób aktywnie uprawiających sport i nietreningujących wartości statyczne objętości płuc są u nich porównywalne⁽⁸⁾.

W prezentowanej pracy badana grupa uczniów regularnie trenowała grę w piłkę nożną. Spośród chłopców, u których wykonano spirometrię spoczynkową, żaden nie chorował na astmę oskrzelową, ale 10 sportowców zgłaszało dolegliwości w trakcie lub po wysiłku (kaszel, duszność, trudności w oddychaniu). Przeprowadzone badania wskazują, że u więcej niż 10% młodych ludzi obserwuje się spadek FEV_1 po wysiłku fizycznym⁽⁹⁾. Jest to związane ze skurczem oskrzeli indukowanym wysiłkiem (*exercise-induced bronchoconstriction*, EIB). Szacuje się, że częstość EIB wśród sportowców uprawiających dyscypliny letnie waha się w zakresie 10–20%, a u zawodników trenujących dyscypliny zimowe – w przedziale 50–70%⁽¹⁰⁾. Skurcz oskrzeli indukowany wysiłkiem jest częstym zjawiskiem wśród osób trenujących grę w piłkę nożną⁽¹¹⁾, ale rzadszym niż w przypadku uprawiania dyscyplin sportowych takich jak siatkówka czy piłka ręczna⁽¹²⁾.

Nieregularna aktywność fizyczna może predysponować młodych ludzi do występowania nadreaktywności oskrzeli, jak również do częstych infekcji. Badacze zwracają uwagę, że wysiłek fizyczny pozytywnie wpływa na parametry układu oddechowego⁽¹³⁾. Co więcej, dane z piśmiennictwa sugerują, że regularny i intensywny wysiłek fizyczny nie tylko poprawia ogólną sprawność organizmu, ale może też zapobiegać rozwojowi objawów astmy oskrzelowej⁽¹³⁾. Warto zwrócić uwagę na zróżnicowany wpływ dyscyplin sportowych na czynność płuc. Naukowcy z Serbii wykazali, że porównując koszykówkę, piłkę nożną, piłkę wodną i piłkę ręczną, wyższe wyniki w spirometrii spoczynkowej odnotowuje się u zawodników wodnych dyscyplin sportowych. Badacze wysunęli wniosek, że regularne pływanie, nawet na podstawowym poziomie, poprawia czynność układu oddechowego⁽⁶⁾.

W prezentowanym badaniu zaobserwowano, że BMI chłopców regularnie grających w piłkę nożną mieścił się w granicach normy i był istotnie niższy niż u ich nietreningujących rówieśników. Jednym z problemów XXI wieku jest otyłość wśród dzieci i młodzieży. Szacuje się, że w ciągu ostatnich 40 lat liczba otyłych dzieci wzrosła 10-krotnie, a 216 mln ma nadwagę. Światowa Organizacja Zdrowia wskazuje, że około 81% młodzieży na całym świecie wykonuje mniej ćwiczeń fizycznych, niż jest to zalecane⁽¹⁴⁾. Organizacja opublikowała zalecenia, które sugerują, że ważne jest zapewnienie dzieciom od 5. do 17. roku życia co najmniej 60 minut umiarkowanego wysiłku fizycznego każdego dnia. Będzie to pozytywnie wpływać na zdrowie młodych osób. Światowa Organizacja Zdrowia zaleca również, aby ćwiczenia wzmacniające mięśnie i kości były uprawiane około 3 razy w tygodniu.

WNIOSKI

W grupie badanych chłopców regularny wysiłek fizyczny wpływał na osiągnięcie lepszych parametrów w spirometrii spoczynkowej w porównaniu z populacją nietreningującą. Regularne uprawianie sportu pozytywnie wpływa na BMI wśród młodzieży.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Źródło finansowania

Badanie było finansowane z grantu Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, nr 502-03/2-056-01/502-24-383-18.

Piśmiennictwo

1. Gawlik R: Czy astma sportowców to choroba zawodowa? *Alerg Astma Immun* 2014; 19: 150–155.
2. Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J et al.: Respiratory adaptations in different types of sport. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015; 19: 2269–2274.
3. World Health Organization: Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization, Geneva 2010.
4. Stølen T, Chamari K, Castagna C et al.: Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 2005; 35: 501–536.
5. Jat KR: Spirometry in children. *Prim Care Respir J* 2013; 22: 221–229.
6. Durmic T, Lazovic B, Djelic M et al.: Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *J Bras Pneumol* 2015; 41: 516–522.
7. Degens H, Rittweger J, Parviainen T et al.: Diffusion capacity of the lung in young and old endurance athletes. *Int J Sports Med* 2013; 34: 1051–1057.
8. Hagberg JM, Jerg JE 2nd, Seals DR: Pulmonary function in young and older athletes and untrained men. *J Appl Physiol* 1988; 65: 101–105.
9. Cichalewski L, Majak P, Jerzyńska J et al.: Prevalence of exercise-induced cough in schoolchildren: a pilot study. *Allergy Asthma Proc* 2015; 36: 65–69.
10. Hildebrand K: Powysiłkowy skurcz oskrzeli. *Pneumonol Alergol Pol* 2011; 79: 39–47.
11. Ansley L, Kippelen P, Dickinson J et al.: Misdiagnosis of exercise-induced bronchoconstriction in professional soccer players. *Allergy* 2012; 67: 390–395.
12. Ziaee V, Yousefi A, Movahedi M et al.: The prevalence of exercise-induced bronchospasm in soccer player children, ages 7 to 16 years. *Iran J Allergy Asthma Immunol* 2007; 6: 33–36.
13. Rasmussen F, Lambrechtsen J, Siersted HC et al.: Low physical fitness in childhood is associated with the development of asthma in young adulthood: the Odense schoolchild study. *Eur Respir J* 2000; 16: 866–870.
14. World Health Organization: Taking action on childhood obesity. World Health Organization, Geneva 2018.