

ZWIĄZKI MIĘDZY POZIOMEM CECH SOMATYCZNYCH I ZDOLNOŚCI SZYBKOŚCIOWYCH ORAZ ZMIANAMI TĘTNA POD WPLYWEM KRÓTKOTRWAŁEGO WYSIŁKU FIZYCZNEGO U MŁODYCH KOBIEC I MĘŻCZYŻN

dr Robert Podstawski*, dr Stefan Mańkowski**, dr Aneta Omelan***, prof. Dariusz Choszcz**

Wprowadzenie

Ocena związków pomiędzy cechami antropometrycznymi a możliwościami motorycznymi człowieka została wykazana w wielu badaniach dotyczących studentów szkół wyższych. Część z nich opierała się na studentkach uprawiających określone dyscypliny sportowe^{1,2}, inne badania skupione były na osobach nie uprawiających sportowej aktywności fizycznej, uznawanych również za nieaktywne fizycznie^{3,4}.

Badania te wykazały, że cechy antropometryczne korelują istotnie ze zdolnościami motorycznymi. Jedną z cech antropometrycznych, która w sposób istotny ogranicza poziom zdolności wytrzymałościowych u osób dorosłych jest masa ciała⁵, istotnie pozytywnie skorelowana ze zdolnościami siłowymi⁶. Pochodną masy ciała jest body mass index (BMI), którego wysokie wartości, wpływają szczególnie negatywnie na poziom wydolności, zdolności wytrzymałościowych, a nawet gibkościowych⁷. Ocena wartości masy ciała i BMI u studentów oraz ich związki ze sprawnością fizyczną są bardzo ważne ze względu na zwiększającą się wciąż na świecie liczbę osób z nadwagą i otyłością, które w konsekwencji prowadzą do powstawania szeregu chorób cywilizacyjnych i ograniczają istotnie jakość

* Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Studium Wychowania Fizycznego i Sportu.

** Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Department of Heavy Duty Machines and Research Methodology, Faculty of Technical Sciences.

*** Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk o Środowisku, Katedra Turystyki, Rekreacji i Ekologii.

¹ R. A. Battista, J. M. Pivarnik, G. M. Dummer, N. Sauer, R. M. Malina, *Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers*, „Journal of Sports Sciences”, Vol. 25, No. 6/2007, s. 651-657.

² R. M. Kerr, W. Spinks, A. S. Leicht, W. Sinclair, *Predictors of 1000-m outrigger canoeing performance*, „International Journal of Sports Medicine”, Vol. 8, No. 29/2008, s. 675-678.

³ R. Podstawski, P. Markowski, D. Choszcz, P. Żurek, *Correlations between anthropometric indicators, heart rate and endurance-strength abilities during high-intensity exercise of young women*, „Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports”, Vol. 12/2016, s. 17-24.

⁴ R. Podstawski, B. Kasietczuk, T. Boraczyński, M. Boraczyński, D. Choszcz, *Relationship Between BMI and Endurance-Strength Abilities Assessed by the 3 Minute Burpee Test*, „International Journal of Sports Science”, Vol. 3, No. 1/2013, s. 28-35.

⁵ R. A. Battista, J. M. Pivarnik, G. M. Dummer, N. Sauer, R. M. Malina, *Comparisons of...* op. cit., s. 651-657.

⁶ E. Khaled, *Anthropometric measurements, somatotypes and physical abilities as a function to predict the selection of talents junior weightlifters*, „Science, Movement and Health”, Vol. 13, No. 2/2013, s. 166-172.

⁷ E. Bénéfice, G. Ndiaye, *Relationships between anthropometry, cardiorespiratory fitness indices and physical activity levels in different age and sex groups in rural Senegal (West Africa)*, „Annals of Human Biology”, Vol. 32/2005, s. 366-382.

życia⁸. Kobiety z nadwagą/otyłością są mniej aktywne, a tym samym mniej sprawne fizycznie⁹.

Cechy antropometryczne a także ich pochodne w postaci wskaźników (np. BMI, wskaźnik Rohrera) są także brane pod uwagę podczas tworzenia testów sprawności fizycznej, w których uwzględniane są np. kategorie wagowe badanych¹⁰. Dlatego też, przed podjęciem decyzji o spełnieniu powyższych kryteriów przez określone zadanie ruchowe, należy zbadać związki pomiędzy wartościami cech antropometrycznych a wynikami uzyskiwanymi w tej próbie sprawnościowej.

W związku z powyższym, celem pracy jest określenie korelacji między cechami antropometrycznymi (masa ciała, wysokość ciała, długość kończyn dolnych i górnych) i BMI a poziomem zdolności motorycznych studentów (kobiet i mężczyzn) Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (UWM) w próbie skiping z klaskaniem – 8 s (*ang.* 8s-SHC test). Dodatkowo uwzględniono też przyrost tętna w czasie wykonywania próby.

Material i metody

Uczestnicy badań

Ogółem w badaniach uczestniczyło 210 osób, w tym 102 studentki ($19,40 \pm 0,493$ lat) i 108 studentów ($19,57 \pm 0,497$ lat). Wszyscy badani studiowali na pierwszym roku studiów stacjonarnych na UWM oraz uczęszczali na obowiązkowe zajęcia wychowania fizycznego o takim samym programie aktywności fizycznej (pod względem czasu i rodzaju stosowanych ćwiczeń fizycznych). Ponieważ zróżnicowany poziom aktywności fizycznej badanych wynikający z ich uczęszczania na dodatkowe zajęcia ruchowe lub treningi sportowe mógłby istotnie zaburzyć obraz badanych związków studenci uprawiający dodatkową aktywność fizyczną jak również, ci zwolnieni przez lekarza z ćwiczeń fizycznych zostali wykluczeni z badań.

Procedury

Badania zostały przeprowadzone zgodnie z Deklaracją Helsińską, jak również za zgodą Komisji Bioetycznej UWM. Wszyscy badani wyrazili zgodę na dobrowolne uczestniczenie w badaniach, co potwierdzili własnoręcznym podpisem.

Pomiary

Zastosowano martinowskie techniki pomiaru cech antropometrycznych (masa i wysokość ciała, długość kończyn dolnych - NN i górnych - RR). Wysokość ciała mierzono z dokładnością do 1 mm, natomiast masę ciała z dokładnością 0.1 kg przy zastosowaniu elektronicznej wagi medycznej WB-150 ze stadiometrem (ZPU Tryb-Wag, Poland). W celu określenia stanu odżywienia (otłuszczenia) badanych obliczono BMI (Body Mass Index = masa ciała [kg]/wysokość ciała [m]²), który jest powszechnie uważany za trafny i rzetelny

⁸ G. A. Bray, *Medical Consequences of Obesity*, „Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism”, Vol. 89, No. 6/2004, s. 2583-2589.

⁹ T. S. Church, C. P. Earnest, J. S. Skinner, S. N. Blair, *Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure*, „Journal of American Medical Association”, Vol. 297, No. 19/2007, s. 2081-2091.

¹⁰ S. Pilicz, R. Przewęda, J. Dobosz, S. Nowacka-Dobosz, *Physical Fitness Score Tables of Polish Youth. Criteria for Measuring Aerobic Capacity by the Cooper Test*, AWF, Warszawa 2002, s. 6-8.

wskaźnik do oceny poziomu otyłości lub nadwagi¹¹. Do pomiarów tętna wykorzystano pulsomierz Polar RS 100 z nadajnikiem umieszczonym na klatce piersiowej. Poziom zdolności szybkościowych zbadano przy pomocy próby pośredniej 8s-SHC, której pierwotna 10-sekundowa wersja została zastosowana po raz pierwszy w Indeksie Sprawności Fizycznej Zuchory¹². Wszyscy uczestnicy badań wykonywali trzy próby, w odstępach ok. 4 minuty. Spośród trzech rezultatów zapisywano wynik lepszy oraz przyporządkowaną mu wartość tętna.

Opis próby: Badany staje w pozycji zasadniczej. Na sygnał „start” wykonuje bieg w miejscu w ciągu 8 s, unosząc wysoko kolana do góry (udo ułożone co najmniej równoległe do podłoża) z jednoczesnym kłaśnięciem dłońmi pod udem ugiętej i podniesionej nogi. Wynikiem jest liczba kłaśnięć wykonanych w ciągu 8 sekund. Podczas wykonywania próby nie można się garbić, tułów ćwiczącego musi być wyprostowany, dłonie muszą wyraźnie klaskać o siebie pod kolanem, a nie o podnoszoną nogę¹³.

Wszystkie pomiary antropometryczne oraz próby 8s-SHC przeprowadzono na obiektach sportowych (hale sportowe) UWM w zbliżonych warunkach środowiskowych przy udziale i pomocy nauczycieli SWFiS UWM. W tym celu zostali oni odpowiednio przeszkoleni podczas spotkania organizacyjnego poprzedzającego badania. Studenci uczestniczący w badaniach zostali poinstruowani w zakresie prawidłowej techniki wykonywania 8s-SHC, która była przez nich powtarzana podczas dwóch spotkań poprzedzających badania. Każdy badany powtórzył 8s-SHC sześć razy. Przed przystąpieniem do testowania studenci uczestniczyli w 8-minutowej rozgrzewce, która była taka sama dla wszystkich grup studenckich i składała się z wybranych ćwiczeń ruchowych, takich jak: zabawa ożywiająca, trucht, krążenia ramion, bioder, wymachy nóg, ćwiczenia równoważne, krótkie (ok. 10 m) przebieżki, jak również ćwiczenia rozciągające i korekcyjne.

Statystyka

Oprócz podstawowych statystyk badanych cech określono istotności współczynników korelacji między cechami antropometrycznymi i wartością tętna a wynikami próby wysiłkowej oddzielnie dla studentów i studentek. Do obliczeń wykorzystano pakiet *Statistica* v.10. Obliczenia przeprowadzono przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$. Istotność różnic pomiędzy cechami antropometrycznymi a liczbą kłaśnięć oraz wartościami HR obliczono przy zastosowaniu nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya.

Wyniki badań

Wyniki badań przedstawiono tabelarycznie. Charakterystyki statystyczne badanych cech u kobiet i mężczyzn przedstawiono w tabeli 1, wartości HR w kolejnych odstępach czasu (bezpośrednio przed, zaraz po skończeniu ćwiczenia) w tabeli 2, natomiast wartości współczynników korelacji pomiędzy badanymi cechami w tabeli 3.

¹¹ T. J. Cole, K. M. Flegal, D. Nicholls, A. A. Jackson, *Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey*, “BMJ Research (Online version)”, 2007, doi: 10.1136/bmj.39944455.

¹² K. Zuchora, *Indeks sprawności fizycznej*, Wyd. Norm, Warszawa 1982.

¹³ K. Zuchora, *Indeks sprawności...*, op. cit.

Tabela 1.

Charakterystyka badanych z podziałem na płeć

Zmienna	Statystyki opisowe					
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Odch. std	Wsp. zm. (%)
Kobiety (N=102)						
Wiek [lata]	19.40	19.00	19.00	20.00	0.493	2.54
Wysokość ciała [cm]	167.55	168.00	158.00	179.00	4.882	2.91
Masa ciała [kg]	60.94	60.00	47.00	100.00	9.352	15.35
BMI [kg/m ²]	21.69	21.39	16.81	33.80	3.053	14.08
Długość RR [cm]	76.86	77.00	68.00	87.00	3.494	4.55
Długość NN [cm]	88.47	88.00	80.00	98.50	3.799	4.29
Mężczyźni (N=108)						
Wiek [lata]	19,57	20.00	19.00	20.00	0.497	2.54
Wysokość ciała [cm]	177.05	178.50	158.00	190.00	7.732	4.37
Masa ciała [kg]	75.26	74.00	55.00	120.00	14.397	19.13
BMI [kg/m ²]	23.87	23.12	17.36	33.24	3.451	14.46
Długość RR [cm]	81.15	81.25	72.50	89.00	4.257	5.25
Długość NN [cm]	91.31	91.00	80.50	103.00	5.186	5.68
Wyniki porównań średnich wartości mierzonych parametrów dla kobiet i mężczyzn:						
Wysokość ciała	U=1829.500, p=0.000000					
Masa ciała	U=2112.000, p=0.000000					
BMI	U=3183.000, p=0.000000					
Długość RR	U=2531.000, p=0.000000					
Długość NN	U=3653.500, p=0.000025					

Objaśnienia: p – komputerowy poziom prawdopodobieństwa testu U, U- wartość testu U Manna-Whitneya (z poprawką na ciągłość), RR – kończyny górne, NN – kończyny dolne.

Źródło: opracowanie własne.

Średnie wartości BMI u kobiet i mężczyzn są w normie. Porównanie średnich arytmetycznych cech antropometrycznych między studentkami i studentami wykazało występowanie statystycznie istotnych różnic ($p < 0.01$) dla wszystkich cech. Średnie wartości tych cech były istotnie większe u studentów (tab. 1).

Tabela 2.

Wartości tętna przed i po wykonaniu 8s-SCH: Analiza porównawcza

Zmienna	Statystyki opisowe wartości parametrów mierzonych podczas próby					
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Odch. std	Wsp. zm. (%)
Kobiety (N=102)						
HR przed [ud/min.]	83.41	84.00	66.00	96.00	6.403	7.68
Liczba kłaśnień [N]	23.98	24.00	20.00	30.00	2.068	8.62
HR po [ud/min.]	139.75	138.00	114.00	172.00	16.098	11.52
Mężczyźni (N=108)						
HR przed [ud/min.]	83.42	84.00	72.00	96.00	6.192	7.42
Liczba kłaśnień [N]	25.95	26.00	22.00	31.00	2.111	8.13
HR po [ud/min.]	143.23	142.00	108.00	182.00	16.406	11.45

Wyniki porównań średnich wartości mierzonych parametrów dla kobiet i mężczyzn:

HR przed	U=5491.500, p=0.971000
Liczba kłaśnień	U=2741.000, p=0.000000
HR po	U=4853.000, p=0.136983

Objaśnienia: p – komputerowy poziom prawdopodobieństwa testu U, U- wartość testu U Manna-Whitneya (z poprawką na ciągłość), HR – częstość skurczów serca.

Źródło: *opracowanie własne*.

Wyniki przedstawione w tabeli 2 wykazują, że średnie wartości HR przed i po wykonaniu testu nie różnią się istotnie pomiędzy kobietami i mężczyznami. Studenci wykonali istotnie więcej kłaśnień od studentek (odpowiednio: 25.95 i 23.98 kłaśnień).

Tabela 3.

Zestawienie współczynników korelacji między wartościami cech antropometrycznych a parametrami określanymi podczas próby wysiłkowej

Zmienna	Parametry mierzone podczas próby		
	HR przed próbą	Liczba kłaśnień	HR po próbie
Kobiety (N= 102)			
Wysokość ciała [cm]	-0.173908	-0.252913	-0.216403
Masa ciała [kg]	-0.148403	-0.399875	-0.282236
BMI [kg/m ²]	-0.082187	-0.327827	-0.220127
Długość RR [cm]	-0.040948	-0.125072	-0.131607
Długość NN [cm]	-0.081305	-0.137427	-0.113281
Liczba kłaśnień [N]	0.115765	1.000000	0.381716
Mężczyźni (N=108)			
Wysokość ciała [cm]	-0.064599	-0.263272	-0.263272
Masa ciała [kg]	-0.057216	-0.272842	-0.272842
BMI [kg/m ²]	-0.044900	-0.200288	-0.200288
Długość RR [cm]	-0.057405	-0.177593	-0.177593
Długość NN [cm]	-0.029111	-0.122475	-0.122475
Liczba kłaśnień [N]	-0.068781	1.000000	0.258849

Objaśnienia: HR – częstość skurczów serca, RR – kończyny górne, NN – kończyny dolne.

Źródło: *opracowanie własne*.

Żadna z branych pod uwagę cech antropometrycznych nie korelowała istotnie z wartościami tętna kobiet i mężczyzn przed wykonaniem testu. U obu płci wysokość ciała, masa ciała, BMI oraz liczba kłaśnień korelowały istotnie z wartościami HR mierzonego zaraz po skończeniu próby. Liczba kłaśnień wykonanych przez kobiety i mężczyzn była istotnie ujemnie skorelowana z wysokością ciała, masą ciała oraz BMI (tab. 3).

Dyskusja

Zastosowana w niniejszych badaniach próba jest typowym ćwiczeniem anaerobowym, a ćwiczenia takie stanowią zdecydowaną większość w dziennej dawce AF przeciętnego człowieka¹⁴. Wyniki dotyczące rozwoju somatycznego badanych kobiet i mężczyzn wykazały występowanie różnic istotnych statystycznie ($p < 0,01$) w zakresie analizowanych cech antropometrycznych (masa ciała, wysokość ciała, długość RR i NN), na korzyść mężczyzn. Jest to zjawisko zgodne z ogólnie panującą tendencją¹⁵. Podobna sytuacja dotyczy poziomu motorycznego badanych (liczby kłaśnień wykonanych w ciągu ośmiu sekund),

¹⁴ G. R. Tomkinson, *Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents*, „Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports”, Vol. 17, No. 5/2007, s. 497-507.

¹⁵ W. Osiński, *Antropomotoryka*, Wyd. AWF, Poznań 2003, s. 37-75.

natomiast w przypadku średnich i maksymalnych wartości HR zaraz po wykonywaniu 8s-SHC, wystąpił brak różnic istotnych statystycznie. Badania fizjologów generalnie wskazują na przewagę mężczyzn nad kobietami pod względem zdolności motorycznych¹⁶.

Spśród uwzględnionych w badaniach cech antropometrycznych, u obu płci, wysokość ciała, masa ciała i BMI, korelowały istotnie ujemnie z liczbą kłaśnień wykonanych w ciągu 8 sekund. Można, więc założyć, że osobnicy wyżsi, ciężsi oraz bardziej otłuszczeni będą uzyskiwali gorsze rezultaty w teście szybkościowym 8s-SHC. Negatywny wpływ wysokości ciała, ale przede wszystkim masy ciała oraz BMI, wykazano wśród studentów podczas wykonywania wysiłków wytrzymałościowych¹⁷ i wytrzymałościowo-siłowych^{18,19}. Podobne rezultaty otrzymano badając osobników dorosłych²⁰. Badania dotyczące związków zdolności szybkościowych z parametrami antropometrycznymi skupiają się raczej na sportowcach, którzy charakteryzują się relatywnie mocno rozwiniętym aparatem mięśniowym oraz bardzo niską zawartością tłuszczu w organizmie^{21,22}. Charakterystyczny dla danej dyscypliny somatotyp sportowców został ukształtowany na drodze specjalnie zaprogramowanego treningu oraz diety. Badani przez nas studenci to osoby prowadzące sedentaryjny tryb życia, które można w zasadzie określić jako nieaktywne fizycznie²³. Wartości poziomu HR zaraz po skończeniu 8s-SHC korelowały istotnie ujemnie z wysokością ciała, masą ciała, BMI, a także liczbą kłaśnień. Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć, że wraz ze wzrostem w/w parametrów antropometrycznych maleją możliwości szybkościowe badanych w/w teście, a tym samym uzyskują one niższy poziom HR.

Spoczynkowa częstość skurczów serca wynosi u osoby pełnoletniej (18-24 lat) ok. 70 ud/min²⁴. Ponieważ wartości HR u badanych kobiet i mężczyzn wynosiły przed ćwiczeniem ok. 83 ud/min (kobiety - 83,41 ud/min i mężczyźni – 83,42 ud/min), należy przypuszczać, że zwiększone o ok. 13 ud/min HR było wynikiem przeprowadzonej rozgrzewki, jak również lekkiego napięcia nerwowego związanego z testowaniem. Wzrost częstości skurczów serca (średnio u studentek o 56,34 ud/min, a u chłopców o 59,81 ud/min), jak również średnie wartości HR zaraz po wykonaniu próby (139,75 ud/min u kobiet i 143,23 u mężczyzn), oraz

¹⁶ A. Jaskólska, Różnice fizjologiczne między kobietami i mężczyznami a zdolność do wykonywania wysiłku fizycznego, [w:] *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*, (red.) A Jaskólski, A Jaskólska, Wyd. AWF, Wrocław 2006, s. 360-374.

¹⁷ R. Podstawski, D. Choszcz, S. Konopka, J. Klimczak, M. Starczewski, *Anthropometric determinants of rowing ergometer performance in physically inactive collegiate females*, „Biology of Sport”, Vol. 31, No. 4/2014, s. 315-321.

¹⁸ R. Podstawski, P. Markowski, D. Choszcz, P. Żurek, *Correlations between... op. cit.*, s. 17-24.

¹⁹ R. Podstawski, B. Kasietczuk, T. Boraczyński, M. Boraczyński, D. Choszcz, *Relationship Between... op. cit.*, s. 28-35.

²⁰ A. L. Hergenroeder, J. S. Brach, P. J. Sparto, J. M. Jakicic, *The influence of Body Mass Index on self-report and performance-based measures of physical function in adult women*, „Cardiopulmonary Physical Therapy Journal”, Vol. 22, No. 3/2011, s. 11-20.

²¹ S. Jakovljević, M. Karalejić, Z. Pajić, B. Gardašević, R. Mandić, *The influence of anthropometric characteristics on the agility abilities of 14 year-old elite male basketball players*, „Facta Universitatis”, Vol. 9, No. 2/2011, s. 141-149.

²² A. L. Toriola, S. O. Salokun, D. N. Mathur, *Somatotype characteristics of male sprinters, basketball, soccer, and field hockey players*, „International Journal of Sports Medicine”, Vol. 6, No. 6/1985, s. 344-346.

²³ R. Podstawski, D. Choszcz, S. Konopka, J. Klimczak, M. Starczewski, *Anthropometric determinants ... op. cit.*, s. 315-321.

²⁴ A. Jaskólska. *Różnice fizjologiczne... op. cit.*, s. 360-374.

wartości maksymalne HR (u kobiet 172 ud/min i u mężczyzn 182 ud/min), mogą świadczyć o wysokim natężeniu wysiłku fizycznego w tym zadaniu ruchowym. Badanie pomiaru częstości skurczów serca wśród 6 letnich dzieci przedszkolnych zarejestrowane po wykonaniu 8s-SHC, wskazywały u nich na wyższe wartości powyższych parametrów²⁵. Należy jednak pamiętać, że w przypadku wysiłków submaksymalnych i maksymalnych o krótkim czasie trwania, u dzieci poniżej 10 roku życia wskaźnik ten często przekracza nawet 200 ud/min²⁶, a osiąganie tak wysokich pułapów jest wyrazem dużej sprawności adaptacji układu krążenia dziecka do wysiłku poprzez możliwość szybkiego osiągnięcia 50% maksymalnego poboru tlenu^{27,28}.

Implikacje praktyczne i ograniczenia

Przeprowadzone badania mają na celu dokładniejsze zbadanie próby 8s-SHC, w perspektywie jej zastosowania do oceny poziomu zdolności szybkościowych u osób dorosłych w wieku 18-24 lata. W chwili obecnej próba ta jest wykorzystywana do określenia poziomu zdolności szybkościowych, jednak jest wysoce prawdopodobne, że jest ona także w dużym stopniu wysycona czynnikiem koordynacyjnym^{29,30}. Dlatego też w następnym etapie badań należy określić jej rzetelności i trafności. Finalnym punktem badań będzie utworzenie norm klasyfikacyjnych dla osób w różnym wieku. Na dzień dzisiejszy można stwierdzić, że próba ta jest bardzo łatwa do przeprowadzenia nawet w trudnych warunkach. Po raz pierwszy była zastosowana (wariant 8-sekundowy) w badaniach masowych dotyczących studentów I roku studiów na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie³¹. Od tego czasu jest wykorzystywana w pomiarach sprawności motorycznej dzieci przedszkolnych, wczesnoszkolnych, studentów, a także nauczycieli wczesnej edukacji³². Badania te były jednak przeprowadzane tylko we własnym zakresie i wymagają potwierdzenia w publikacjach innych autorów.

Wnioski

Wraz ze wzrostem wielkości ciała (masa i wysokość ciała oraz BMI), spada istotnie poziom zdolności szybkościowych (liczba kłaśnień wykonywanych w ciągu 8 sekund) studentów (kobiet i mężczyzn) w 8s-SHC, oraz częstość skurczów serca.

²⁵ R. Podstawski, S. Konopka, S. Mańkowski, D. Choszcz, K. Boryslawski, *Correlations between anthropometric characteristics, heart rate and the results of the 8-second skipping with hand clapping (SHC) test in preschool children*, „Trends in Sport Sciences”, Vol. 23, No. 1/2016, s. 25-31.

²⁶ A. Jaskólska, *Różnice fizjologiczne...* op. cit., s. 360-374.

²⁷ K. R. Turley, *Cardiovascular Response to Exercise in Children*, „Sports Medicine”, Vol. 24, No. 4/1997, s. 241-257.

²⁸ R. M. Schieken, W. R. Clarke, R. M. Lauer, *The Cardiovascular Response to Exercise in children Across the Blood Pressure distribution. The Muscatine Study*, „Hypertension”, Vol. 5, No. 1/1983, s. 71-78.

²⁹ W. Mynarski W. *Struktura wewnętrzna zdolności motorycznych dzieci i młodzieży w wieku 8-18 lat.*, [w:] J. Raczek, (red.) *Studia nad motorycznością ludzką*, Wyd. AWF, Katowice 2000, s. 9-34.

³⁰ R. Podstawski, A. Honkanen, T. Boraczyński, M. Boraczyński, S. Mańkowski, D. Choszcz, *Physical fitness classification standards for Polish early education teachers*, „South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation”, Vol. 37, No. 1/2015, s. 113-130.

³¹ R. Podstawski, *Sprawność fizyczna i opinie na temat profilaktyki zagrożeń zdrowia studentów pierwszego roku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w roku akademickim 1999/2000*, Wyd. UWM, Olsztyn 2006.

³² R. Podstawski, A. Honkanen, T. Boraczyński, M. Boraczyński, S. Mańkowski, D. Choszcz, *Physical fitness...* op. cit., s. 113-130.

Podziękowania

Autorzy niniejszych badań pragną podziękować wszystkim studentom, którzy wyrazili chęć dobrowolnego uczestniczenia w badaniach.

Bibliografia:

- Battista R. A., Pivarnik J. M., Dummer G. M., Sauer N., Malina R. M., *Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers*, „Journal of Sports Sciences”, Vol. 25, No. 6/2007, s. 651-657.
- Bénéfice E., Ndiaye G., *Relationships between anthropometry, cardiorespiratory fitness indices and physical activity levels in different age and sex groups in rural Senegal (West Africa)*, „Annals of Human Biology”, Vol. 32/2005, s. 366-382.
- Bray G. A., *Medical Consequences of Obesity*, „Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism”, Vol. 89/2004, s. 2583-2589.
- Church T. S., Earnest C. P., Skinner J. S., Blair S. N., *Effects of different Doses of Physical Activity on Cardiorespiratory Fitness Among Sedentary, Overweight or Obese Postmenopausal Women With Elevated Blood Pressure*, „Journal of American Medical Association”, Vol. 297/2007, s. 2081-2091.
- Cole T. J., Flegal, K. M., Nicholls D., Jackson A. A., *Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey*, „BMJ Research (Online version)”, 2007, doi: 10.1136/bmj.39944455.
- Hergenroeder A. L., Brach J. S., Sparto P. J., Jakicic J. M., *The influence of Body Mass Index on self-report and performance-based measures of physical function in adult women*, *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, Vol. 22, No. 3/2011, s. 11-20.
- Jakovljević S., Karalejić M., Pajić Z., Gardašević B., Mandić R., *The influence of anthropometric characteristics on the agility abilities of 14 year-old elite male basketball players*, *Facta Universitatis*, Vol. 9, No. 2/2011, s. 141-149.
- Jaskólska A., *Różnice fizjologiczne między kobietami i mężczyznami a zdolność do wykonywania wysiłku fizycznego*, [w:] Jaskólski A., Jaskólska A. (red.), *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*, AWF, Wrocław 2006, s. 337-374.
- Mynarski W., *Struktura wewnętrzna zdolności motorycznych dzieci i młodzieży w wieku 8-18 lat*, [Internal structure of motor abilities in children and adolescents aged 8 to 18 years], [w:] Raczek J. (red.), *Studia nad motorycznością ludzką*, AWF, Katowice 2000, s. 9-34.
- Osinski W., *Antropomotoryka*, AWF, Poznań 2003, s. 37-75.
- Pilicz S., Przewęda R., Dobosz J., Nowacka-Dobosz S., *Physical Fitness Score Tables of Polish Youth. Criteria for Measuring Aerobic Capacity by the Cooper Test*, *Studies and Monographs*, AWF, Warszawa 2002.
- Podstawski R., Konopka S., Mańkowski S., Choszcz D., Boryśławski K., *Correlations between anthropometric characteristics, heart rate and the results of the 8-second skipping with hand clapping (SHC) test in preschool children*, „Trends in Sport Sciences”, Vol. 23, No. 1/2016, s. 25-31.
- Podstawski R., Markowski P., Choszcz D., Żurek P., *Correlations between anthropometric indicators, heart rate and endurance-strength abilities during high-intensity exercise of young women*, „Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports”, Vol. 12/2016, s. 17-24.
- Podstawski R., *Sprawność fizyczna i opinie na temat profilaktyki zagrożeń zdrowia studentów pierwszego roku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w roku akademickim 1999/2000* [Physical ability and opinions on health prevention among the 1st year students at the University of Warmia & Mazury in Olsztyn in academic year 1999/2000], Wyd. UWM, Olsztyn 2006.
- Podstawski R., Choszcz D., Konopka S., Klimczak J., Starczewski M., *Anthropometric determinants of rowing ergometer performance in physically inactive collegiate females*, „Biology of Sport”, Vol. 31, No. 4/2014, s. 315-321.
- Podstawski R., Honkanen A., Boraczyński T., Boraczyński M., Mańkowski S., Choszcz D., *Physical fitness classification standards for Polish early education teachers*, „South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation”, Vol. 37, No. 1/2015, s. 113-130.
- Podstawski R., Kasietczuk B., Boraczyński T., Boraczyński M., Choszcz D., *Relationship Between BMI and Endurance-Strength Abilities Assessed by the 3 Minute Burpee Test*, „International Journal of Sports Science”, Vol. 3, No. 1/2013, s. 28-35.

- Rabiej M., Statystyka z programem Statistica [Statistics with program Statistica], Helion S.A., Gliwice, 2012.
- Schieken R. M., Clarke W. R., Lauer R. M., *The Cardiovascular Response to Exercise in children Across the Blood Pressure distribution. The Muscatine Study*, „Hypertension”, Vol. 5/1983, s. 71-78.
- Tomkinson G. R., *Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents*, Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Vol. 17/2007, s. 497-507.
- Toriola A. L., Salokun S. O., Mathur D. N., *Somatotype characteristics of male sprinters, basketball, soccer, and field hockey players*, „International Journal of Sports Medicine”, Vol. 6, No. 6/1985, s. 344-346.
- Turley K. R., *Cardiovascular Response to Exercise in Children*, „Sports Medicine”, Vol. 24, No. 4/1997, s. 241-257.
- Zuchora K., *Indeks sprawności fizycznej*, Norm Press, Warszawa 1982.

Streszczenie

Cel: Celem pracy jest określenie związków między cechami antropometrycznymi (masa ciała, wysokość ciała, długość kończyn dolnych i górnych) i BMI a poziomem zdolności motorycznych młodych kobiet i mężczyzn, w teście skipping z klaskaniem – 8 s (8s-SHC). W badaniach analizowano także zmiany w zakresie HR oraz zróżnicowanie płciowe badanych pod względem rozwoju somatyczno-motorycznego. **Materiał i metody:** W badaniach uczestniczyło 102 studentki i 108 studentów (wiek odpowiednio: $19,40 \pm 0,493$ lat i $19,57 \pm 0,497$ lat) Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (UWM). U badanych dokonano pomiaru masy i wysokości ciała oraz długości kończyn dolnych i górnych, a na ich podstawie obliczono BMI. Poziom zdolności szybkościowych zbadano przy pomocy 8s-SHC. Dodatkowo zmierzono HR przed i po wysiłku oraz obliczono jego przyrost i spadek. Dla wszystkich badanych cech obliczono podstawowe charakterystyki statystyczne oraz współczynniki korelacji przy zastosowaniu nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya pomiędzy cechami antropometrycznymi, HR i wynikami uzyskanymi w 8s-SHC. **Wyniki:** Mężczyźni charakteryzują się istotnie wyższymi ($p < 0,01$) wartościami cech antropometrycznych (masa ciała, wysokość ciała, długość kończyn dolnych i górnych) oraz wykonują istotnie więcej klaśnień od kobiet w teście 8s-SHC (odpowiednio: $25,95 \pm 2,111$ i $23,98 \pm 2,068$ klaśnień, $p < 0,01$). Liczba klaśnień wykonywanych podczas 8s-SHC oraz wartości HR maleją istotnie wraz ze wzrostem wysokości i masy ciała oraz BMI. **Wnioski:** Wzrost wielkości ciała wpływa istotnie negatywnie na poziom zdolności szybkościowych u młodych kobiet i mężczyzn w teście 8s-SHC.

Słowa kluczowe: cechy antropometryczne, zdolności szybkościowe, 8s-SHC, HR, dymorfizm płciowy.

RELATIONSHIPS BETWEEN SOMATIC FEATURES, SPEED ABILITIES AND CHANGES IN HEART RATE FOLLOWING SHORT-TERM PHYSICAL ACTIVITY IN YOUNG WOMEN AND MEN

Summary

Aim: The aim of the study is to determine relationships between anthropometric characteristics (body weight, body height, and length of upper and lower limbs), the BMI and the level of motor abilities of young women and men in the 8-second skipping with hand clapping test (8s-SHC). In the research, changes in the HR and gender the somatomotoric development were also analyzed. **Material & Methods:** In the research 102 female and 108 male students of University of Warmia and Mazury in Olsztyn participated (aged 19.40 ± 0.493 and 19.57 ± 0.497 respectively). In the study, the participants' body mass, body height and the length of upper and lower limbs were measured. On the basis of the measurements, the BMI was calculated. The speed abilities were analyzed with the use of the 8s-SHC. Additionally, the HR before and after the physical effort was measured and its increase and decrease were calculated. For all analyzed indicators, the descriptive statistics and the correlation coefficients between the anthropometric features, the HR and the results gained in the 8s-SHC were calculated with the use of the nonparametric Mann-Whitney *U* test. **Results:** Men are characterized by significantly higher ($p < 0.01$) values of anthropometric features (body mass, body height, the length of upper and lower limbs) and they perform significantly more hand clapping than women in the 8s-SHC (25.95 ± 2.111 and 23.98 ± 2.068 of hand clapping, respectively, $p < 0.01$). The number of hand clapping performed during the 8s-SHC and the HR values decrease significantly with the increase of body weight, body height and the BMI. **Conclusions:** An increase in the body size of young women and men has a significant negative effect on their speed abilities measured in the 8s-SHC test.

Key words: anthropometric characteristics, speed abilities, 8s-SHC, heart rate, sexual dimorphism.