

AKTYWNOŚĆ RUCHOWA LUDZI W RÓŻNYM WIEKU

NR (32) 4/2016





Z myślą o bezpieczeństwie

Publikację wspiera Grupa PZU SA



Publikację wspiera
Zakład Ubezpieczeń Społecznych



Partnerem publikacji jest IASK

Nr (32) 4/2016

ISSN 2299-744X

ISBN 978-83-64559-10-5

arlrw.usz.edu.pl

ADRES REDAKCJI:

Al. Piastów 40b
71-065 Szczecin

Zespół redakcyjny:

Redaktor naczelna i redakcja naukowa: dr hab. Danuta Umiastowska, prof. US
danuta_umiastowska@univ.szczecin.pl
tel. (91) 444 27 60

Sekretarz Redakcji: Milena Schefs
aktywnosc.sekretariat@gmail.com

Współpraca - recenzenci:

prof. dr hab. Leonard Nowak; dr hab. Ryszard Asienkiewicz prof. UZ; dr hab. Małgorzata Bronikowska prof. AWF; dr hab. Krystyna Górniak prof. AWF; dr hab. Jan Konarski prof. AWF; dr hab. Krystyna Górniak prof. AWF; dr hab. Mariusz Lipowski prof. AWFis; dr hab. Tomasz Lisicki prof. UZ; dr hab. Maria Nowak; dr hab. Tadeusz Rynkiewicz prof. UW-M; dr hab. Marek Sawczuk prof. US; dr hab. Wojciech Wiesner prof. AWF; dr hab. Anna Zwierzchowska prof. AWF; dr Robert Nowak; dr Piotr Zarzycki

Korekta: Danuta Sepuco

Redakcja techniczna: Natalia Mirowska

Opracowanie graficzne, DTP: Maciej Umiastowski

Wydawca: Agencja Wydawnicza koncertowo.pl Mieczysław Podsiadło
albatros91@wp.pl

TEORETYCZNE ASPEKTY AKTYWNOŚCI RUCHOWEJ

Joanna Ratajczak

Profilaktyka wcześniactwa i niskiej masy urodzeniowej w szkolnej edukacji zdrowotnej.... 5

Danuta Umiastowska

Aktywność fizyczna i psychiczna jako sposób przygotowania się do roli sprawnego seniora..... 11

FIZJOLOGICZNO-ZDROWOTNE PODSTAWY AKTYWNOŚCI RUCHOWEJ

Małgorzata Fortuna, Jacek Szczurowski, Iwona Demczyszak, Anna Konieczna–Gorysz, Dorota Cichoń

Ocena adaptacji układu krążenia u kobiet 34–35-letnich w spoczynku oraz w wysiłku fizycznym w stanie równowagi dynamicznej 19

Maciej Zawadzki

Autorska koncepcja ćwiczeń hydrokinezyterapeutycznych w przypadku skolioz niskostopniowych..... 27

AKTYWNOŚĆ RUCHOWA LUDZI DOROSŁYCH

Ryszard Asienkiewicz

Dymorfizm cech somatycznych i proporcji ciała oraz sprawności motorycznej młodzieży Uniwersytetu Zielonogórskiego w świetle wielkości zamieszkiwanego środowiska..... 39

Joanna Cholewa, Marcin Kunicki, Jarosław Cholewa, Beata Rafalska

Aktywność fizyczna kobiet cierpiących na chorobę Parkinsona 53

Joanna Kuriańska-Wołoszyn, Arkadiusz Wołoszyn

Zachowania prozdrowotne studentek a wymagania zawodu pedagoga..... 61

Tomasz Lisicki

Zainteresowanie studentów Uniwersytetu Zielonogórskiego aktywnością fizyczną..... 71

AKTYWNOŚĆ RUCHOWA DZIECI I MŁODZIEŻY

- Katarzyna Antosiak-Cyrak, Małgorzata Habiera, Damian Jerszyński, Krystian Wochna, Katarzyna Sobczak, Jerzy Ciereszko, Krzysztof Pietrusik*
Zmienność globalnej koordynacji ruchowej u 12-letnich chłopców uprawiających piłkę nożną w półrocznym cyklu treningowym..... 83
- Damian Jerszyński, Krystian Wochna, Jerzy Ciereszko, Katarzyna Antosiak-Cyrak, Małgorzata Habiera, Katarzyna Sobczak, Krzysztof Pietrusik, Rafał Gozdewski*
Wpływ eksperymentalnego treningu wizualizacji ruchu na zmiany techniki pływania kraulem na grzbiecie u dzieci we wstępnym etapie..... 91
- Anna Maszorek-Szymala*
Rodzice animatorami aktywności sportowej łódzkich gimnazjalistów..... 109
- Katarzyna Sobczak, Katarzyna Antosiak-Cyrak, Joanna Apolinarska, Jerzy Ciereszko, Małgorzata Habiera, Damian Jerszyński, Krzysztof Pietrusik, Krystian Wochna*
Profil motywacyjny rodziców kierujących dziećmi w wieku niemowlęcym na naukę pływania..... 119



Małgorzata Fortuna^{1,5}, Jacek Szczurowski², Iwona Demczyszak^{1,3}, Anna Konieczna–Gorysz⁴, Dorota Cichoń¹

¹ *Karkonoska Państwowa Szkoła Wyższa w Jeleniej Górze*

² *Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

³ *Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu*

⁴ *Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu*

⁵ *Państwowa Medyczna Wyższa Szkoła Zawodowa w Opolu*

Ocena adaptacji układu krążenia u kobiet 34–35-letnich w spoczynku oraz w wysiłku fizycznym w stanie równowagi dynamicznej

Słowa kluczowe: adaptacja, równowaga dynamiczna, HRV

Wstęp

Układ krążenia jest regulowany przez autonomiczny układ nerwowy. Części tego układu – współczulna i przywspółczulna – działają na zasadzie wzajemnego antagonizmu. Część współczulna działa na mięsień serca w sposób: chrono-, dromo-, ino-, batmotropowy dodatni; przywspółczulna wywołuje hamujące na powyższe tropizmy. W części współczulnej noradrenalina jest neuroprzekaźnikiem, który wpływa zgodnie z prawem swoistości receptorów na receptory β_1 serca oraz receptory α zlokalizowane głównie w samych naczyniach krwionośnych. Badania potwierdzają, że w stanie spoczynku dominuje wpływ cholinergiczny. Układ autonomiczny współdziała w regulacji pracy serca z innymi mechanizmami fizjologicznymi, takimi jak: reakcje odruchowe zapoczątkowane z baroreceptorów, co jest ściśle związane z mechanizmem regulacji ciśnienia tętniczego krwi. Wpływy układu autonomicznego są poddawane kontroli z centralnego systemu nerwowego, w którym zlokalizowane są między innymi ośrodki regulacji pracy serca, ciśnienia tętniczego krwi oraz procesu oddychania. Mechanizmy regulacyjne tych ośro-

ków są w pewien sposób powiązane ze sobą, np. nierytmiczny zapis EKG na skutek występującej arytmii oddechowej, która jest procesem fizjologicznym. Na funkcję układu autonomicznego, a zarazem na regulację pracy serca, mają wpływ pośredni i bezpośredni zmiany humoralne we krwi, a zwłaszcza zmiany dotyczące stężenia hormonów. Na podstawie analizy HRV podejmowane są próby oceny wpływu angiotensyny II oraz układu renina–angiotensyna–aldosteron (RAA). Ocena HRV nie określa bezpośredniej aktywności układu autonomicznego, natomiast odzwierciedla wpływ tego układu na węzeł zatokowy [1]. HRV jest odzwierciedleniem zmiennej korelacji między częścią współczulną i przywspółczulną układu autonomicznego. Zmienny rozkład napięcia układu autonomicznego jest zależny od różnych czynników, jednym z nich jest wysiłek fizyczny [2]. Istnieją doniesienia autorów o możliwości wykorzystania analizy HRV do oceny zmian adaptacyjnych w wysiłku fizycznym, czy treningu fizycznym [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Ciekawym problemem, ze względu na mało danych na ten temat, wydaje się określenie zmian adaptacyjnych na podstawie analizy HRV w wysiłku tlenowym w stanie równowagi dynamicznej w odniesieniu do spoczynku.

Celem pracy była ocena adaptacji układu krążenia – na podstawie analizy zmienności rytmu zatokowego w spoczynku i wysiłku tlenowym w stanie równowagi dynamicznej - przeprowadzona w grupie kobiet.

Material i metoda

Przebadano 33 kobiety w przedziale wieku 34–36 lat, będące w dobrym stanie zdrowia, nietreningujące wyczynowo, niepalące tytoniu, o prawidłowej masie ciała. Badane minimum od roku systematycznie biegały 2–3 razy w tygodniu około 30–60 minut. Osoby badane w czasie pomiarów wykonywały bieg na terenie płaskim w czasie między 40 a 47 minut, uzyskując stan równowagi dynamicznej na poziomie $70\text{--}80\%HR_{\max}$. Intensywność pracy była wyznaczana według formuły Karvona. Strefę $70\text{--}80\%HR_{\max}$ wyliczono mnożąc poziom intensywności: 0,7 oraz 0,8 (dla $70\text{--}80\%HR_{\max}$) przez rezerwę tętna HRR (Heart Rate Reserve). Rezerwa tętna jest różnicą między tętnem maksymalnym a tętnem spoczynkowym RHR (Rest Heart Rate). HRR u badanych kształtowała się między 100 a 110. Tętno maksymalne szacowano na 220. Była to wartość 186–184 uderzenia na minutę (ud./min.). W końcowym etapie wyznaczania żądanej strefy pomnożono 0,7–0,8 przez HRR (100–110 ud./min.) Uzyskany w ten sposób przedział wartości 70–88 ud./min dodano do zakresu wartości RHR (średnia wartość $80 (\pm 4)$). Strefę $70\text{--}80\%HR_{\max}$ dla grupy osób badanych wyznaczono w zakresie wartości 146–172 ud./min. Dla każdej osoby obciążenie na poziomie $70\text{--}80\%HR_{\max}$ wyznaczano indywidualnie, ustawiając granicę strefy na pulsometrze u badanych [10]. Rejestrowano zapis ciągi następujących po sobie załamek RR za pomocą pulsometru Polar RS800. Rejestracja odbywała

się podczas spoczynku w pozycji siedzącej przez 10 minut, wyeliminowano wszystkie bodźce zewnętrzne, które mogły wpływać na pobudzenie układu nerwowego. Kolejny pomiar został wykonany w czasie trwania wysiłku fizycznego. Do oceny wykorzystano tylko zapis z czasu trwania równowagi dynamicznej. Analizowano wybrane parametry analizy czasowej, jako wskaźniki napięcia części parasympatycznej układu autonomicznego, takie jak:

- RMSSD – pierwiastek kwadratowy średniej z sumy kwadratów różnicy między kolejnymi odstępami RR rytmu zatokowego w badanym przedziale czasowym,
- pNN50% – odsetek liczby odstępów RR różniących się o więcej niż 50 milisekund od sąsiednich względem liczby wszystkich odstępów RR rytmu zatokowego w badanym przedziale czasu.

Ocenie poddano również wybrane parametry analizy częstotliwościowej, należały do nich:

- HF%, moc widma w zakresie wysokich częstotliwości (0,15–0,4 Hz), jest to wskaźnik napięcia części parasympatycznej układu autonomicznego,
- VLF% – moc widma w zakresie bardzo niskich częstotliwości (0,003–0,04 Hz), jest to wskaźnik procesów termoregulacji oraz układu renina–angiotensyna,
- LF% – moc widma w zakresie niskich częstotliwości (0,04–0,15 Hz), jest to wskaźnik napięcia części sympatycznej układu autonomicznego,
- LF/HF, jest to wskaźnik określający proporcję napięcia części sympatycznej względem parasympatycznej układu autonomicznego [1,2].

Istotność różnic wartości średnich określanych parametrów HRV (pomiędzy spoczynkiem a wysiłkiem fizycznym w stanie równowagi dynamicznej) przeanalizowano wykorzystując test *t*–Studenta dla grup niezależnych, zakładając istotność na poziomie $p < 0,05$. Obliczeń dokonano za pomocą pakietu statystycznego Statistica 9.0.

Wyniki

Średnia wartość różnicy w wartości częstości pracy serca między spoczynkiem a analizowanym wysiłkiem fizycznym wynosiła 85 uderzeń na minutę. Parametry analizy czasowej zmniejszyły swoją wartość. Dla parametru RMSSD średnia jego wartość i w stanie spoczynku zmniejszyła się o 24 [ms]. Dla pNN50% średnia wartość obniżyła się o 3%. Są to wskaźniki związane z określaniem wpływu części parasympatycznej układu autonomicznego. Na tej podstawie można przypuszczać, że wpływ nerwu błędnego na węzeł zatokowy zmniejszył się w trakcie wysiłku fizycznego w porównaniu do stanu spoczynku. Podobnie zachował się parametr analizy częstotliwościowej HF%, gdzie średnia wartość ze stanu spoczynku zmniejszyła się w stanie wysiłku o 1,08 %. Kolejny parametr LF% zmniejszył się o 1,2% porównując spoczynek i wysiłek fizyczny, co może świadczyć o zmniejszeniu wpływu

części sympatycznej układu autonomicznego. Jednak średnia wartość parametru LF/HF zwiększyła się w wysiłku o 438, co wskazuje na zwiększenie wpływu części współczulnej w analizowanym wysiłku, a zmniejszenie udziału części przywspółczulnej. Oceniana średnia wartość parametru VLF% zwiększyła się o 2%, podkreślając zwiększony wpływ procesów termoregulacji oraz układu renina–angiotensyna. Wszystkie wyniki badań w porównaniu spoczynku do wysiłku wykazały różnice na wysokim poziomie istotności statystycznej $p = 0,000$. (tab.1)

Tabela1.

Porównanie średnich wartości w spoczynku i podczas wysiłku

parametry HRV	spoczynek	wysiłek	poziom istotności
HR [bpm]	80 (± 4)	165 (± 4)	$p = 0,000$
RMSSD [ms]	29 (± 7)	5 (± 1)	$p = 0,000$
pNN50%	3 (± 3)	0	$p = 0,000$
VLF%	97 ($\pm 1,6$)	99 ($\pm 0,4$)	$p = 0,000$
HF%	1,3 (± 1)	0,22 ($\pm 0,2$)	$p = 0,000$
LF%	1,9 ($\pm 0,9$)	0,7 ($\pm 0,2$)	$p = 0,000$
LF/HF	184 (± 74)	622 (± 423)	$p = 0,000$

Źródło: badania własne.

Dyskusja

Na podstawie wielu badań stwierdza się, że porównanie zapisu kolejnych następujących po sobie sekwencji odległości między załamkami RR oraz ciągłego zapisu EKG przez elektrokardiogram daje niemal identyczne dane do analizy HRV. Porównywano zapis uzyskany z pulsometru Polar S810i oraz zapis EKG uzyskany za pomocą elektrokardiogramu w grupie osób w wieku 21 lat w spoczynku i wysiłku. Wysiłek przez badanych był wykonywany na poziomie 60% HR_{max} . Dokonano analizy parametrów RMSSD, pNN50%, LF, HF oraz LF/HF. Po przeprowadzonej analizie stwierdzono, że obliczenia wartości parametrów HRV otrzymane z pulsometru Polar S810i wydają się być tak wiarygodne, jak te uzyskane w wyniku przetwarzania sygnału z EKG.

W kolejnym doświadczeniu porównano zapis i analizę HRV wykonaną za pomocą pulsometru Polar S810i oraz EKG sporządzone przez Elektrokardiogram w grupie mężczyzn w wieku 22–31 lat. Badania porównywano w stanie spoczynku oraz wysiłku fizycznego wykonanego od umiarkowanej do bardzo dużej intensywności. Analizę HRV przeprowadzano z wykorzystaniem: szybkiej transformacji Furierowskiej (FFT), modelu auto regresji (AR), Welch periodogramu (WP) oraz ciągłej transformacji falkowej (WT). Na podstawie badań stwierdza się, że pulsometr

i elektrokardiogram, jako narzędzie badawcze mogą być wykorzystywane zamiennie do zapisu odległości między kolejnymi załamkami RR [11, 12].

Zmienny rozkład napięcia układu autonomicznego jest zależny od różnych czynników, w głównej mierze od takich jak: wysiłek fizyczny, poziom wytrenowania, wiek, płeć, stan zdrowia, prawidłowa lub nieprawidłowa masa ciała. U osób otyłych stwierdza się obniżenie parametrów HRV o około 40%. Prawdopodobnie ma na to wpływ zmiana w regulacji hormonalnej związana z mechanizmem glukostatycznym. Zmniejszenie masy ciała i systematycznie prowadzony trening częściowo przywracają równowagę w fizjologicznej regulacji ze strony układu autonomicznego i równocześnie normalizują wskaźniki zmienności rytmu zatokowego. Do czynników, które również wpływają na HRV zalicza się: stres i palenie tytoniu. Prawdopodobnie aktywność fizyczna prowadzona na poziomie intensywności powyżej 130 uderzeń serca na minutę wyklucza wpływy emocjonalne na zmiany adaptacyjne układu krążenia. Analizując wpływ powyżej opisanych czynników dane uzyskiwane podczas pomiarów HRV powinny być pozyskiwane z jak najbardziej ujednoliconej grupy osób badanych [2].

Wielu autorów podejmowało analizę HRV w wysiłkach tlenowych [3, 5, 6, 7, 8, 9]. Jednak niejasna wydaje się reakcja układu autonomicznego określana na podstawie analizy HRV używana jako miernik zmian adaptacyjnych układu krążenia na różnym poziomie intensywności pracy fizycznej aż do poziomu progu przemian beztlenowych (PPA). Dlatego też w pracy przyjęto poziom intensywności 70%–80% HR_{max} . Jest to intensywność wysiłku fizycznego, gdzie energia do pracy mięśniowej jest pobierana z metabolizmu glukozy i tłuszczu, ale głównym źródłem energii są ciągłe przemiany tlenowe. Według Karvonena kolejna strefa, wyższej intensywności wysiłku fizycznego jest to 80–90% HR_{max} . Jest to już przejście metabolizmu tlenowego na beztlenowy. Następuje przekroczenie progu przemian beztlenowych. Uwidacznia się tu coraz szybszy rozwój zmęczenia oraz zwiększająca się kumulacja mleczanu. Jest to praca o dużej intensywności [10]. Raczak i współautorzy podają, że wykonanie wysiłku tlenowego o niewielkiej intensywności powoduje brak zmian parametru LF. Pierwsza reakcja organizmu na obciążenie wysiłkiem występuje w ciągu kilku pierwszych minut. Jeżeli wysiłek trwa dłużej lub wzrasta jego intensywność, dochodzi do wzrostu napięcia części współczulnej układu autonomicznego. Już w od rozpoczęcia wysiłku obserwuje się wzrost częstości pracy serca, co nie jest skorelowane z zachowaniem się parametrów HRV. Zbyt mały wysiłek fizyczny nie wywołuje zamierzonego efektu wzrostu napięcia części sympatycznej, a zbyt duży może doprowadzić do nadmiernego długotrwałego pobudzenia tej części. Zwiększenie napięcia części współczulnej układu autonomicznego działa chronotropowo i inotropowo dodatnio na serce i obkurcza łożysko naczyniowe, co prowadzi do podniesienia ciśnienia tętniczego krwi. Zwiększenie napięcia części przywspółczulnej ma działanie antagonistyczne. Towarzyszy jej zwykle obni-

żenie aktywności części współczulnej. Zwiększenie napięcia części współczulnej powoduje reakcję odwrotną w odniesieniu do części przywspółczulnej układu autonomicznego, dochodzi do zwiększenia częstości pracy serca oraz obkurczenia obwodowego łożyska naczyniowego. Procesowi temu towarzyszy rozszerzenie naczyń zaopatrujących pracujące mięśnie szkieletowe. Bodźcem do tej reakcji nie jest zmiana napięcia układu autonomicznego, ale czynniki metaboliczne [13]. Na podstawie powyższych doniesień można wnioskować, że analiza HRV może być jedynie składową kompleksowej oceny zmian adaptacyjnych podczas wysiłku fizycznego. W przeprowadzonych badaniach własnych zaobserwowano, na podstawie analizy czasowej i częstotliwościowej parametrów HRV – zmniejszenie wpływów części przywspółczulnej, jak również nieznaczne obniżenie napięcia części współczulnej w wysiłku fizycznym. Jednak na podstawie parametru LF/HF, który określa proporcję napięcia części sympatycznej względem parasympatycznej układu autonomicznego, można przypuszczać, że przesunięciu się zwiększonego udziału na korzyść części sympatycznej podczas wysiłku fizycznego w stanie równowagi dynamicznej. Badania HRV stanowią podstawową metodę oceny równowagi współczulno–przywspółczulnej [13]. Perini i współautorzy podają, że moc LF nie zwiększa się w czasie niskiej intensywności pracy, przedstawili oni nieistotne różnice wskaźników napięcia części współczulnej układu autonomicznego porównując spoczynek i pracę fizyczną. Na podstawie HR obserwuje się wzrost częstości pracy serca po rozpoczęciu wysiłku fizycznego nawet o niewielkiej intensywności, jednak HR nie jest skorelowane z HRV [14, 15]. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono zwiększony wpływ części współczulnej układu autonomicznego w grupie kobiet w porównaniu wartości spoczynkowych i wysiłku fizycznego w stanie równowagi dynamicznej. Można przypuszczać, że wysiłek fizyczny o intensywności 70–80% HR_{max} zwiększa mobilizację części współczulnej i utrzymuje ją przez czas trwania pracy. Równolegle dochodzi do zwiększenia wpływów RAA i mobilizacji procesów termoregulacyjnych, co prawdopodobnie wiąże się z coraz szybszą kumulacją mleczanu oraz rozwojem zmęczenia. Powyższa analiza potwierdza, że HRV może służyć do oceny zmian adaptacyjnych w wysiłku fizycznym, co nadmieniali również inni autorzy prac [4, 6, 7].

Wnioski:

1. HRV może być wykorzystywany do oceny adaptacji układu krążenia do obciążeń pracą fizyczną.
2. W trakcie wysiłku o charakterze pracy aerobowej z uzyskaniem równowagi dynamicznej na poziomie 70–80% HR_{max} występuje obniżenie wpływu części przywspółczulnej układu autonomicznego na korzyść zwiększonego wpływu części współczulnej.

3. U badanych na podstawie analizy HRV zaobserwowano zwiększenie wpływów renina–angiotensyna oraz procesów związanych z termoregulacją podczas pracy.

Piśmiennictwo

1. Pawlak-Buś K., Kołodziejczyk-Feliksik M., Czerwiński-Mazur P., Moczko J., Kramer L., Nishikish E., Siminiak T. (2003), *Zmienność rytmu zatokowego – interpretacja patofizjologiczna i metodologia pomiarów*, „Folia Cardiologica”, tom 10, 6, 719–726.
2. Rajendra Acharya U., Paul Joseph K., Kannathal N., Min Lim Ch., Suri J. S. (2006), *Heart rate variability: a review*, „Medical and Biological Engineering and Computing”, nr 44, 1031–1051.
3. Gupt A.M., Kumar M., Sharma R.K., Misra R., Gupt A. (2015), *Effect of moderate aerobic exercise training on autonomic functions and its correlation with the antioxidant status*, „Indian Journal of Physiology and Pharmacology”, tom 59, 2, 162–169.
4. Silva V.P., Oliveira N.A., Mello H., Deslandes A.C. (2014), *Heart rate variability indexes as a marker of chronic adaptation in athletes: a systematic review*, „Annals of Noninvasive Electrocardiology”, tom 20, 2, 108–118.
5. Silva D.F., Verri S.M., Nakamura F.Y., Machado F.A. (2014), *Longitudinal changes in cardiac autonomic function and aerobic fitness indices in endurance runners: a case study with a high-level team*, „European Journal of Sport Science”, tom 14, 5, 443–451.
6. Sotiriou P., Kouidi E., Samaras T., Deligiannis A. (2013), *Linear and non-linear analysis of heart rate variability in master athletes and healthy middle-age non-athletes*, „Medical Engineering and Physics”, tom 35, 11, 167–181.
7. Kiviniemi A.M., Hautala A.J., Kinnunen H., Nissil J., Virtanen P., Karjalainen J., Tulppo M.P. (2010), *Daily exercise prescription on the basis of HR variability among men and women*, „Medicine and Science in Sports and Exercise”, tom 42, 7, 1355–1363.
8. Schmitt L., Fouillot J.P., Millet G.P., Robach P., Nicolet G., Brugniaux J., Richalet J. P. (2008), *Altitude, heart rate variability and aerobic capacities*, „International Journal of Sports Medicine”, tom 29, 4, 300–306.
9. Kiviniemi A.M., Hautala A. J., Kinnunen H., Tulppo M. P. (2007), *Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements*, „European Journal of Applied Physiology”, tom 101, 6, 743–751.
10. Zatoń M., Jastrzębska A. (2010), *Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej*. Warszawa, Polskie Wydawnictwo Naukowe
11. Vanderlei L.C., Silva R.A., Pastre C.M., Azevedo F.M., Godoy M.F. (2008), *Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains*, „Brazilian Journal of Medical and Biological Research”, tom 41, 10, 854–859
12. Weippert M., Kumar M., Kreuzfeld S., Arndt D., Rieger A., Stoll R. (2010), *Comparison of three mobile devices for measuring R–R intervals and heart rate variability: Polar S810i, suunto t 6 and an ambulatory ECG system*, „European Journal of Applied Physiology”, tom 109, 4, 779–786.

13. Raczek G., Rutkowski W., Szwoch M., Figura-Chmielewska M., Daniłowicz L., Kobiszewska-Chwirot M., Kubica J., Świątecka G., Kornecki S. (2003), *Wpływ niewielkiego wysiłku fizycznego na czynność autonomicznego układu nerwowego zdrowych osób w młodym wieku*, „Folia Cardiologica”, tom 10, 2, 195–201.
14. Perini R., Veicsteinas A. (2003), *Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions*, „European Journal of Applied Physiology”, tom 90 (3–4), 317–325.
15. Osterhues H.H., Hansel S.R., Koch's M., Hombach V. (1997), *Influence of physical activity on 24-hour measurements of HRV in patients with coronary artery disease*. „American Journal of Cardiology” nr 80, 1434–11437

EVALUATION OF CIRCULATORY SYSTEM ADAPTATION IN WOMEN AGED 34–36 YEARS DURING REST AND STEADY STATE EXERCISE

Summary

Keywords: *adaptation, steady-state, HRV*

The aim of the study was to evaluate the adaptation of the circulatory system based on the HRV at rest and at steady state. They studied 33 women (34–36 years old), who exercised on the steady-state level of 70–80% of maximum heart rate. ECG was recorded using a Polar RS800 at rest and during effort. Analyzed parameters: RMSSD, pNN50%, HF%, VLF%, LF%, LF/HF. All test results compared to the rest of effort showed statistically significant differences.

The following conclusions was stated: HRV may be used to evaluate the adaptation of the circulatory system; during steady-state exercise exists reducing the impact of parts of parasympathetic and increasing the influence of sympathetic part the autonomic nervous system; analysis of HRV indicates the increasing influence of the renin–angiotensin system and thermoregulation during exercise.