

Prozdrowotne elementy stylu życia studentów Akademii Wychowania Fizycznego i Uniwersytetu Ekonomicznego

Pro-health behavior among students from the University School of Physical Education and the University of Economics

Lucyna Górska-Kłęk, Katarzyna Meleszko, Ewa Boerner

Katedra Fizjoterapii, Zakład Fizykoterapii i Masażu
Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, ul. I. J. Paderewskiego 35, 51-629 Wrocław,
tel. +48 71 347 90 30, e-mail: ewa.boerner@awf.wroc.pl

Streszczenie

Celem pracy była ocena wiedzy i zachowań pro zdrowotnych studentów uczelni wrocławskich – Akademii Wychowania Fizycznego (AWF) i Uniwersytetu Ekonomicznego (UE). W badaniach wzięło udział 186 studentów, w tym 89 z AWF i 96 z UE. Na podstawie uzyskanych wyników badań ankietowych stwierdzono, że nie występują istotne różnice w samoocenie stanu zdrowia – prawie wszyscy określają go jako dobry lub bardzo dobry. 25% studentów UE uważa, że nie dba o swoje zdrowie. Ponad połowa ankietowanych śpi w ciągu dnia. Około 30% nie je codziennie śniadania, a ponad 20% ciepłego posiłku. Trzy posiłki w ciągu dnia spożywa tylko 60% studentów UE i 80% studiujących na AWF. Najczęstszym wymienianym powodem niespożywania regularnych posiłków jest brak czasu. 10% ankietowanych studentów z AWF i 15% z UE przyznało, że nie są aktywni fizycznie. Najczęściej preferowaną aktywnością fizyczną było pływanie i jazda na rowerze. W badaniu wykazano, że nałogowo pali 40% studentów AWF i 27% UE. Aż ok. 35% ankietowanych z AWF i 12% studentów z UE sięgało po narkotyki, z tego ponad jedna piąta kilka razy w roku. Wykazano, że wiedza studentów na temat prozdrowotnych aspektów życia jest niewystarczająca.

Słowa kluczowe: styl życia, zdrowie, studenci

Abstract

The goal of the study was the assessment of knowledge and behavior related to the health among the students of two universities in Wrocław: the University School of Physical Education (UPE) and the University of Economics (UE). Altogether 186 students: 89 from the University School of Physical Education and 96 from the University of Economics, participated in the study. On the basis of the results obtained from a survey by questionnaire, it was found that there were no significant differences in self-assessment of the state of health within the students – most of them described it as good or very good. 25% of the UE students stated that they do not take special care of their health. More than half of the respondents sleep during a day, about 30% do not have breakfast every day, and more than 20% do not eat warm meals at all. Only 60% of the UE students and 80% of UPE students have three meals daily. 10% of the UPE and 15% of the UE respondents admitted that they do not perform any physical activity. Swimming and cycling are the most preferred forms of physical activity. The study showed that 40% of the UPE students and 27% of the UE students are smokers. Approximately 35% of the UPE and 12% of the UE respondents admitted that they have used narcotics, even several times a year. It was revealed that the students' knowledge concerning the pro-health behaviour is insufficient.

Key words: lifestyle, health, students

Wstęp

Czynnikami decydującymi o zdrowiu człowieka są między innymi styl życia, środowisko fizyczne i społeczne, czynniki biologiczne, a także opieka zdrowotna. Istotnym elementem jest styl życia. WHO (*World Health Organization*) podaje, że jest to wypadkowa indywidualnych preferencji i wzorów zachowań oraz warunków życia, zdeterminowanych czynnikami psychologicznymi, społeczno-ekonomicznymi i kulturowymi [1]. Natomiast na prozdrowotny styl życia składają się: aktywność ruchowa, przestrzeganie zasad właściwego odżywiania się, higieniczne warunki pracy, wypoczynku i zachowania abstynenckie [2, 3]. Zachowania prozdrowotne to także umiejętność opanowania stresu, unikanie konfliktów i agresji w stosunkach międzyludzkich oraz optymizm życiowy wyrażający się przewagą stanów zadowolenia i sztuka cieszenia się z codziennych zdarzeń [4, 5]. Niezdrowy, głównie siedzący tryb życia oraz niestanny brak czasu prowadzą do rozwoju wielu chorób cywilizacyjnych, np. cukrzyca, chorób układu krążenia, osteoporozy [6–8].

Celem pracy była ocena wiedzy i zachowań zdrowotnych studentów uczelni wrocławskich – Akademii Wychowania Fizycznego i Uniwersytetu Ekonomicznego.

Materiał i metoda

Badania przeprowadzono w 2009 roku w grupie 89 studentów Akademii Wychowania Fizycznego i 96 studentów Uniwersytetu Ekonomicznego. Przebadano w sumie 185 osób, w tym 108 kobiet i 77 mężczyzn. Średni wiek badanych osób to 21,6 lat (SD – *Standard Deviation* – 0,8), najmłodsze osoby miały 20 lat, najstarsze 24 lata.

W ankiecie zamieszczono 40 pytań, zarówno otwartych, jak i zamkniętych, w których zaznaczano jedną lub wiele odpowiedzi. Dotyczyły one ogólnej charakterystyki badanych, samooceny własnego zdrowia, odpoczynku i snu, odżywiania, stresu, aktywności fizycznej, używek (alkoholu, nikotyny, narkotyków).

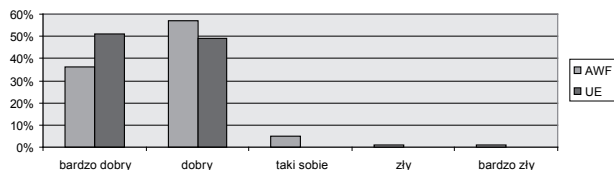
Średnia masa ciała badanych studentów wyniosła 69,9 (SD 13,6) kilogramów. Najlżejsza osoba ważyła 50 kg, natomiast najcięższa 100 kg. Średni wzrost badanych studentów to 176,1 centymetrów (SD 9,2). Najniższa osoba mierzyła 155 cm, a najwyższa 193 cm.

Wyniki

Respondenci pochodzą głównie z miast, tylko ok. 30% mieszka w mniejszych miejscowościach i w tym zakresie nie ma istotnych różnic między uczelniami (test zgodności chi-kwadrat $\chi^2 = 3,870$; $df = 2$, $p = 0,144$). Najwięcej studentów mieszka na stacji (35% AWF, 32% UE), mniej w domu rodzinnym (30% AWF, 20% UE), najmniej w akademikach (22% AWF, 25% UE). Dwa razy więcej studentów UE w porównaniu ze studentami AWF mieszka we własnych mieszkaniach (różnice są istotne: chi-kwadr. = 10,174; $df = 4$, $p = 0,037$). Około 40% ankietowanych wskazało, że miesięczny dochód na jedną osobę w ich gospodarstwie domowym nie przekracza 1000 zł. Dochody powyżej 2000 zł deklaruje dwa razy więcej studentów UE

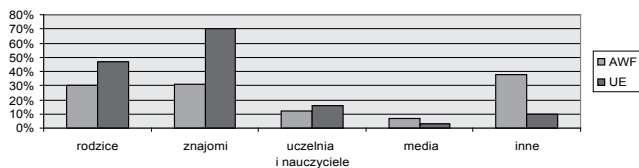
w porównaniu z AWF (chi-kwadr. = 10,239; $df = 3$, $p = 0,0166$). 20% więcej studentów Akademii Wychowania Fizycznego zajmuje się pracami dorywczymi. Natomiast dwa razy więcej studentów Uniwersytetu Ekonomicznego utrzymuje się ze stypendiów.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że prawie wszyscy studenci określają stan swojego zdrowia jako dobry lub bardzo dobry (rys. 1), chociaż występują istotne różnice (chi-kwadr. = 9,479; $df = 4$, $p = 0,05$). Zdecydowana większość deklaruje, iż dba o własne zdrowie, choć częściej deklarują to studenci AWF (chi-kwadr. = 26,953; $df = 3$, $p = 0,00001$).



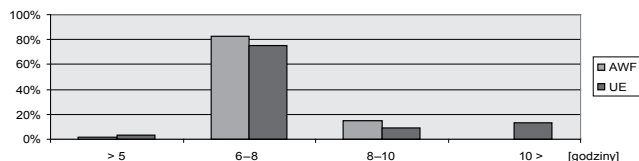
Rys. 1 Ocena swojego stanu zdrowia przez studentów AWF i UE

Większość respondentów twierdzi, że największy wpływ na ich zdrowie ma styl życia (chi-kwadr. = 0,785; $df = 1$, $p = 0,374$). Według osób z UE w największym stopniu na kształtowanie postaw prozdrowotnych wpływają znajomi i rodzice (rys. 2). Ankietaowani z AWF uważają, że sami mają największy wpływ na kształtowanie swojego stylu życia. Około 25% studentów UE i tylko 4% studentów z AWF uważa, że raczej nie dba o własne zdrowie. Zdecydowana większość badanych studiujących na AWF uważa, że dba o swoje zdrowie (chi-kwadr. = 26,953; $df = 3$, $p = 0,00001$).



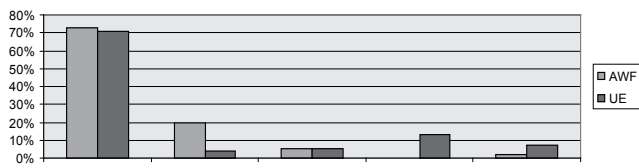
Rys. 2 Czynniki wpływające na kształtowanie stylu życia studentów AWF i UE

Większość studentów śpi 6–8 godzin. Ponad połowa ankietaowanych śpi w ciągu dnia i nie ma różnic w tym zakresie pomiędzy studentami obu uczelni: chi-kwadr. = 2,593; $df = 2$, $p = 0,273$ (rys. 3).



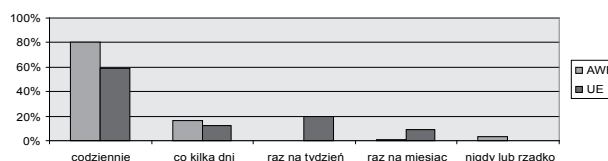
Rys. 3 Liczba godzin poświęcanych na sen przez studentów AWF i UE

Ponad 70% badanych z obu uczelni nie jada wszystkich posiłków, tłumacząc to brakiem czasu. Prawie 30% studiujących z UE i 10% z AWF podaje, że powodem jest lenistwo. Co najmniej trzy posiłki dziennie są konsumowane przez 80% osób z AWF i 60% z UE. 30% studentów przyznaje, że nie je codziennie śniadania – różnice międzyuczelniane nie są istotne: chi-kwadr. = 2,593; $df = 2$, $p = 0,273$ (rys. 4).



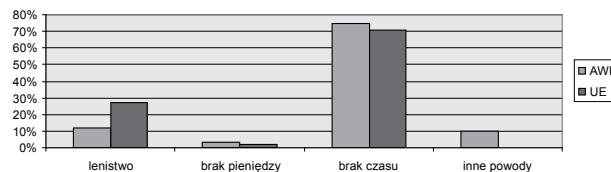
Rys. 4. Częstość konsumowania śniadań przez studentów AWF i UE

Ponad 70% badanych codziennie konsumuje ciepły posiłek (chi-kwadr. = 19,645; $df = 4$, $p = 0,0005$). Studenci najczęściej jedzą obiad w domu (ok. 90% z AWF i 70% z UE), rzadziej korzystają ze stołówek. Studenci AWF stosują bardziej różnorodną dietę, spożywają znacznie więcej warzyw, owoców, mięsa, ryb, produktów mlecznych. Występują istotne różnice między studentami w zakresie częstości spożywania posiłków w ciągu dnia: chi-kwadr. = 28,906; $df = 4$, $p = 0,00001$ (rys. 5).



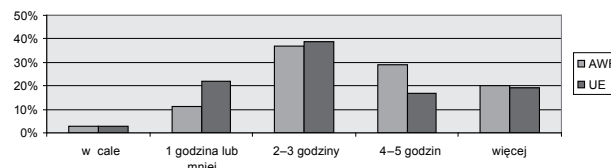
Rys. 5 Częstość spożywania co najmniej trzech posiłków dziennie przez studentów AWF i UE

Studenci AWF częściej też kontrolują masę ciała (chi-kwadr. = 13,950; $df = 3$, $p = 0,0030$). Przy zakupie produktów żywnościowych ważne są dla nich smak, cena, składniki odżywcze. W przypadku studentów AWF reklama i marka nie odgrywają istotnej roli w podejmowaniu decyzji. Datę ważności produktów częściej sprawdzają osoby z UE. Zaledwie połowa studentów zjada codziennie lub co kilka dni owoce. Tylko ponad połowa ankietaowanych myje owoce przed spożyciem. Słodycze, chrupki, chipsy codziennie lub co kilka dni zjada ponad 50% studentów AWF i 30% UE. Około 30% studentów AWF i 2% UE zjada codziennie lub co kilka dni „gorący kubek”, „zupkę chińską”. Ponad 20% studentów UE stosowało w ciągu ostatniego roku diety, ok. 4% zaś z AWF. Jako główne źródło wiedzy na temat diet studenci UE podają Internet i znajomych, a studenci AWF podręczniki i znajomych. Ponad 70% nie zjada posiłków ze względu na brak czasu, prawie 30% z UE i 10% z AWF tłumaczy ten fakt lenistwem: chi-kwadr. = 15,200; $df = 3$, $p = 0,0016$ (rys. 6).



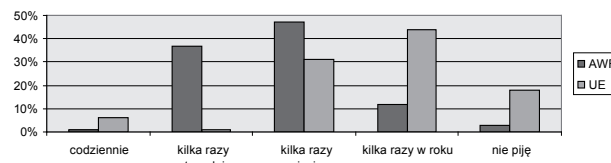
Rys. 6. Powody, za jakich studentom AWF i UE zdarza się nie zjeść posiłku (w ciągu dnia)

Ponad 30% studentów nie pije kawy, a połowa wypija jedną dziennie. Poziom stresu jest określany jako niski jedynie przez 10% studentów AWF i 20% UE, jako wysoki – 30% osób z AWF i 20% z UE, pozostali definiują stres jako przeciętny (chi-kwadr. = 11,973; $df = 3$; $p = 0,00748$). Nie ma różnic w zakresie czasu poświęcanego na aktywność fizyczną: chi-kwadr. = 8,498; $df = 3$, $p = 0,0749$ (rys. 7). 10% ankietaowanych z AWF i 15% z UE przyznało, że nie podejmują żadnej aktywności fizycznej. Najczęściej preferowaną aktywnością fizyczną było pływanie i jazda na rowerze.



Rys. 7 Procentowe zestawienie liczby godzin poświęcanych na aktywność fizyczną w tygodniu przez studentów AWF i UE

W badaniu wykazano, że nałogowo pali 40% studentów AWF i 27% UE. Do częstszego spożycia alkoholu przyznało się więcej studentów AWF niż UE (rys. 8).



Rys. 8 Spożycie alkoholu przez studentów AWF i UE

Większość studentów AWF preferuje piwo (70%); wódka i wino znalazły się na dalszej pozycji. Natomiast studenci UE preferują wódkę (ponad 40%), następnie wino i piwo. Więcej studentów AWF sięga po narkotyki – nawet kilka razy w tygodniu: chi-kwadr. = 15,377; $df = 3$, $p = 0,0015$ (rys. 9).

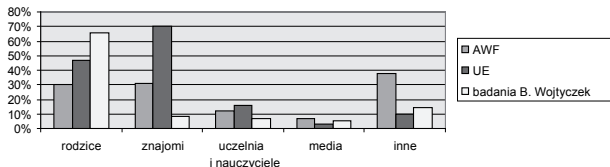


Rys. 9. Zązywanie narkotykwów przez studentów AWF i UE

Badanie wykazało, że nie ma wielu istotnych różnic między studentami Akademii Wychowania Fizycznego i Uniwersytetu Ekonomicznego. Wiedza studentów na temat prozdrowotnych aspektów życia – mimo że jest dość duża – nie jest wystarczająca i nie do końca przekłada się na ich zachowanie.

Omówienie

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wiedza studentów na temat prozdrowotnych aspektów stylu życia, chociaż dość duża, niestety niewystarczająco przekłada się na ich zachowania. W badaniach warszawskich studentów aż 66% ankietowanych podało, że największy wpływ na kształtowanie ich stylu życia mieli rodzice [9]. W opisanych tu badaniach – odpowiednio mniej, bo 50% osób z Uniwersytetu Ekonomicznego i tylko 30% z AWF. Wśród wrocławskich ankietowanych największy wpływ na ich styl życia mają znajomi (30% AWF i 70% UE). W cytowanych badaniach odpowiedź taką zadeklarowało jedynie ok. 8% ankietowanych [9]. W minimalnym stopniu w obu miastach na kształtowanie stylu życia wpływają media i nauczyciele. Chociaż studenci bardzo często korzystają z Internetu, nie uważają, żeby miał on wpływ na kształtowanie stylu życia. Podając własną, określaną jako „inna” odpowiedź, ankietowani najczęściej wskazywali, że sami kształtują swój styl życia: studenci Akademii Wychowania Fizycznego w blisko 40%, Uniwersytetu Ekonomicznego w 10%, a w badaniach Wojtyczek ok. 14% (rys. 10) [9].



Rys. 10 Kształtowanie stylu życia studentów – porównanie badań warszawskich i wrocławskich [9]

Zdrowie jest jedną z najbardziej cenionych wartości. Otrzymane wyniki badań dotyczące ogólnej oceny stanu zdrowia studentów ilustrują, że większość ankietowanych ocenia go jako bardzo dobry (36% studentów Akademii Wychowania Fizycznego i 51% studentów Uniwersytetu Ekonomicznego), dobry – odpowiednio 57% i 49%. Wojtyczek podaje, że jedynie 18% uznaje swój styl życia za zdrowy, a za raczej zdrowy 62% [9].

Ważny element zdrowego stylu życia stanowi racjonalne żywienie. Nawyki żywieniowe studentów mogą kształtować środowisko, brak czasu czy też lenistwo. Na podstawie badań zebranych wśród kieleckich studentów dotyczących częstotliwości spożycia ciepłego posiłku można stwierdzić, że niezależnie od rodzaju uczelni: Akademii Świętokrzyskiej i Politechniki Świętokrzyskiej, podobnie, jak w przypadku uczelni wrocławskich, zbliżony procent studentów spożywa codziennie ciepły posiłek – około trzy czwarte studentów w każdej badanej grupie [10]. Znikomy procent studentów spożywa ciepły posiłek rzadziej niż raz w tygodniu.

Główną przyczyną niespożycia regularnych posiłków wzdług ankietowanych w badaniu Lisickiego było obciążenie nauką [11]. Aż 55% wskazało ten powód jako najważniejszy. Wśród badanych respondentów uczelni wrocławskich, najwięcej osób wskazywało brak czasu jako powód niespożycia regularnych posiłków.

Na pytanie dotyczące częstości podjadania między posiłkami chipsów czy słodyczy ponad 50% studentów Uniwersytetu Ekonomicznego odpowiedziało, że robi tak raz w tygodniu, a tylko ok. 15%, osób raz na miesiąc lub rzadziej. Studenci z Akademii Wychowania Fizycznego częściej, bo blisko w 50%, co kilka dni podjada między posiłkami. Około 30% zadeklarowało, że podjada raz w miesiącu lub rzadziej. Studenci warszawskiej Aka-

demii Wychowania Fizycznego w ok. 80% spożywają słodycze kilka razy w tygodniu i częściej, nawet kilka razy dziennie [12].

Jednym z negatywnych zjawisk, zaobserwowanych wśród ankietowanych zarówno z Akademii Wychowania Fizycznego, jak i Uniwersytetu Ekonomicznego, było zbyt rzadkie spożycie owoców i warzyw. Podobne zachowania zanotowano wśród warszawskich studentów [12].

Najczęściej preferowaną aktywnością fizyczną wśród badanych respondentów z Akademii Wychowania Fizycznego było pływanie. Studenci Uniwersytetu Ekonomicznego najczęściej wskazywali jazdę na rowerze. 10% badanych osób z AWF i 15% z UE określiło, że nie są aktywne fizycznie. W badaniach Bergier i Tworek zaledwie 5% przyznało, iż nie prowadzi aktywnego trybu życia [13].

50% badanych studentów uzupełnia swoją dietę witaminami. Wśród respondentów z Gdańska najczęściej deklaracje stosowania witamin składali studenci z Akademii Medycznej oraz Akademii Wychowania Fizycznego (po 77%). Suplementowanie diety deklarowało mniej osób z politechniki (55%) i uniwersytetu (60%) [11].

Więcej palaczy jest wśród studentów wrocławskich niż warszawskich – ok. 40% osób palących na AWF w porównaniu z 27% z Warszawy [12]. Niewielki procent studentów obu uczelni przyznaje się do palenia papierosów jedynie kilka razy w miesiącu.

Preferowany napój alkoholowy większości studentów Akademii Wychowania Fizycznego to piwo, w drugiej kolejności wódka. Natomiast wśród studentów Uniwersytetu Ekonomicznego najbardziej popularna jest wódka. W badaniach Wojtyczek preferowanym alkoholem było piwo. Jedynie 8% zadeklarowało, że nie pije alkoholu [9]. Wśród wrocławskich respondentów nikt nie zaznaczył takiej odpowiedzi. Również w badaniach Zawadzkiej i wsp. najwięcej osób wybrało piwo jako najbardziej preferowany napój alkoholowy [11]. Podobnie, jak wśród respondentów wrocławskich, nie zadeklarowano niespożycia alkoholu. Więcej narkotykwów – mimo teoretycznej większej świadomości – zązywają studenci AWF.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że młodzi ludzie, chociaż posiadają pewną wiedzę na temat zdrowego stylu życia, nie wykazują zachowań prozdrowotnych. Jest to zjawisko niepokojące. Istnieje zatem potrzeba podjęcia skutecznych działań profilaktycznych. ■

Literatura

- L. Kulmatycki: *Promocja zdrowia w kulturze fizycznej*, Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Wrocław 2003, s. 17-20.
- M. Gacek: *Rozpoznaczenie behavioralnych czynników ryzyka zdrowia wśród studentów medycyny*, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, nr 11-12, 2006, s. 18-19.
- A. Ostrowska: *Styl życia a zdrowie. Z zagadnień promocji zdrowia*, Wydawnictwo Instytutu Filozofii i Socjologii, Polska Akademia Nauk, Warszawa 1999.
- T. Abel: *Measuring health lifestyles in a comparative analysis: theoretical issues and empirical findings*, Soc Sci Med, vol. 32, 1991, s. 899-908.
- W. Starosta: *Znaczenie aktywności ruchowej w zachowaniu i polepszeniu zdrowia człowieka*, Promocja Zdrowia. Nauki Społeczne i Medycyna, nr 5-6, 1995, s. 74-87.
- C.J. Casperson, M.A. Pereira, K.M. Curran: *Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age*, Med Sci Sports Exerc, vol. 32(9), 2000, s. 1601-1609.
- Z. Jethon, A. Grzybkowski: *Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2000.
- J. Drabik: *Trening zdrowotny a trening sportowy*, Promocja Zdrowia. Nauki Społeczne i Medycyna, nr 12-13, 1997, s. 126-135.
- B. Wojtyczek: *Ocena zachowań prozdrowotnych i wybranych wskaźników stanu zdrowia studentów I roku Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie*, Roczniki Naukowe AWF w Warszawie, vol. 44, 2006, s. 161-175.
- B. Zawadzka, M. Leonardziak, A. Mojecka: *Styl życia młodzieży akademickiej miasta Kielce*, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, nr 1, 2004, s. 9-13.
- T. Lisicki: *Żywienie jako przejaw stylu życia młodzieży rozpoczynającej studia*, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, nr 10, 2004, s. 10-14.
- A. Fornal-Urban, A. Urbaniak: *Wiedza studentów AWF w Warszawie na temat chorób cywilizacyjnych oraz ich styl życia w kontekście zapobiegania tym chorobom*, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, nr 3, 2007, s. 28-34.
- B. Bergier, D. Tworek: *Żywienie osób aktywnych ruchowo w świadomości studentów kierunku turystyki i rekreacji*, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, nr 2, 2006, s. 12-14.

otrzymano / received: 05.10.2011
zaakceptowano / accepted: 02.12.2011

Termowizyjna ocena zmian temperatury powierzchni ciała koszykarzy po treningu

Evaluation of the body surface temperature changes in the basketball players' after training

Monika Chudecka¹, Anna Lubkowska^{2, 3}

¹ Zakład Anatomii Funkcjonalnej i Biometrii, Wydział Kultury Fizycznej i Promocji Zdrowia, Uniwersytet Szczeciński, al. Piastów 40b, 71-065 Szczecin, tel.+48 91 444 27 52, e-mail: monikachudecka@wp.pl

² Katedra Fizjologii, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Szczeciński, ul. Felczaka 3c, 70-453 Szczecin

³ Katedra i Zakład Biochemii i Chemii Medycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, al. Powstańców Wielkopolskich 72, 70-111 Szczecin

Streszczenie

Cel. Celem pracy była ocena zmian temperatury wybranych powierzchni ciała (ramion i przedramion) u koszykarzy po 90-minutowym wysiłku fizycznym (jednostce treningowej w hali sportowej) oraz ocena wpływu wybranych czynników fizjologicznych (pułap tlenowy – VO_{2max} , tętno maksymalne – HR_{max} , średnie tętno podczas treningu – HR_r , stosunek procentowy średniego tętna treningowego do tętna maksymalnego (% HR_{max}), a także wydatek energetyczny podczas treningu mierzony ilością zużytych kalorii). Oceniono również wpływ czynników morfologicznych (wysokość i masa ciała, grubość fałdu skórno-tłuszczowego na ramieniu i przedramieniu prawym i lewym, wskaźnik BMI, skład ciała oraz powierzchnia ciała analizowanych obszarów) na zmiany temperatury skóry.

Materiał i metody. Badaniami objęto 12 zawodników wyczynowo uprawiających koszykówkę. Jednostka treningowa trwała 90 minut i miała charakter wytrzymałościowy. Zbadano cechy morfologiczne i fizjologiczne zawodników. U każdego badanego zarejestrowano serię 3 termogramów: przed treningiem, bezpośrednio po treningu oraz po 10 minutach od zakończenia treningu. W badaniach wykorzystano kamerę termowizyjną ThermoCAM TM Sc500 firmy Flir Systems.

Analiza. Bezpośrednio po treningu rejestrowano spadek temperatury analizowanych powierzchni ciała, spowodowany poceniem się. Wyższe spadki średnich temperatur odnotowano w przypadku powierzchni przednich kończyn górnych. Na podstawie analizy regresji stwierdzono, że czynnikiem mającym statystycznie istotny wpływ na wielkość zmian temperatury w seriach badań jest poziom pułapu tlenowego oraz wydatek energetyczny.

Wnioski. Istotna statystycznie zależność pomiędzy poziomem pułapu tlenowego a spadkiem temperatur powierzchni kończyn górnych (ramion i przedramion) bezpośrednio po treningu wskazuje, że termografia może być wykorzystana do badania sprawności mechanizmów termoregulacji zawodnika.

Słowa kluczowe: termowizja, termoregulacja, koszykówka

Abstract

Aim. The aim of the study was to evaluate the temperature changes within the selected body parts of basketball players (upper extremities – arm and forearm), directly after the 90-minutes physical exercise, as well as the analysis of the impact of physiological and morphological factors on the dynamics of temperature changes.

Material and methods. The examined group consisted of 12 professional basketball players, subjected to the 90-minutes training, including the elements of the actual game in a sport hall. The physiological factors: Maximal Oxygen Uptake (VO_{2max}), Maximum Heart Rate (HR_{max}), Individual Mean Training Heart Rate

(HR), the ratio of mean heart rate during training expressed as a percentage of HR_{max} , and the energetic expenditure during the training and morphological factors (body height and mass, skin-fat fold on the right and left arm and forearm, BMI, body composition and body surface), were measured.

The temperatures distribution in the examined body parts were registered before, immediately after and 10 min after physical effort by means of a thermovision camera (ThermoCAM TM Sc500, Flir Systems).

Main findings. After the exercise the skin temperature decrease resulting from prolonged sweating during the dynamic exercises, was observed. The recorded temperature decrease in the series of tests was always higher in the front than in the back surfaces of the upper extremities. The statistically significant positive correlation between Maximal Oxygen Uptake (VO_{2max}) during the training session and the decrease of skin temperatures after exercise, were observed.

Conclusions. The statistically significant positive correlation between the maximum oxygen uptake and the mean surface temperatures in the upper extremities (arm and forearm), measured just after the exercise, indicates that thermography may be used as a non-invasive method allowing examination of thermoregulation mechanism of basketball players.

Key words: thermovision, thermoregulation, basketball

Wstęp

Prawidłowe sterowanie procesem treningowym zawodowego sportowca oraz opieka nad jego stanem zdrowia wymaga stosowania bezpiecznych i nieinwazyjnych metod diagnostycznych. Taką metodą jest termowizja [1–3].

Każda forma aktywności ruchowej powoduje wzrost metabolizmu, wpływa na przyspieszenie transportu tlenu dzięki zwiększonemu przepływowi krwi, a także prowadzi do wzrostu temperatury ciała w wyniku wytwarzania ciepła przez pracujące mięśnie. Ważną fizjologiczną korzyścią treningu, zwłaszcza w sporcie wyczynowym, jest zwiększenie zdolności usuwania ciepła z organizmu (przyspieszenie reakcji i dynamiki wydzielania potu oraz ograniczenie przyrostu temperatury wewnętrznej), co umożliwia kontynuowanie wysiłku [4–7].

Zmiany temperatury powierzchni ciała organizmu dostarczają informacji o sprawności systemów usuwania ciepła endogennego generowanego podczas wysiłku i przemian metabolicznych związanych z powrotem do homeostazy po wysiłku. Umożliwia to zastosowanie termowizji do monitorowania tych zjawisk [8, 9]. Sprawność układu termoregulacji jest ważnym elementem adaptacji do wysiłku fizycznego, przede wszystkim w sporcie wyczynowym.

Przedstawiona praca jest kontynuacją projektu badawczego dotyczącego dynamiki zmian temperatury wybranych powierzchni ciała pod wpływem wysiłku fizycznego, rejestrowanych za

pomocą kamery termowizyjnej, oraz zależności tych zmian od parametrów fizjologicznych, składu ciała i cech morfologicznych w różnych grupach sportowych i środowiskach treningowych. W literaturze opisano wyniki badań przeprowadzonych wśród piłkarzy ręcznych oraz waterpolistów [10, 11].

Cel

Celem pracy była ocena zmian temperatury wybranych powierzchni ciała (ramion i przedramion) koszykarzy zarejestrowanej przed treningiem, bezpośrednio po treningu oraz 10 minut po zakończeniu półtoragodzinnego wysiłku fizycznego. Przeanalizowano także wpływ czynników fizjologicznych (pułap tlenowy (VO_{2max} – *Maximal Oxygen Uptake*), tętno maksymalne (HR_{max} – *Maximum Heart Rate*), średnie tętno podczas treningu (HR_t), stosunek procentowy średniego tętna treningowego do tętna maksymalnego, a także wydatek energetyczny podczas treningu mierzony ilością zużytych kalorii) oraz morfologicznych (wysokość i masa ciała, grubość fałdu skórno-tłuszczowe-

go na ramieniu i przedramieniu prawym i lewym, wskaźnik BMI, a także skład ciała oraz powierzchnia ciała analizowanych obszarów) na zmiany temperatury skóry.

Materiał i metody

Badaniami objęto 12 zawodników w okresie startowym w 2008 r., wyczynowo uprawiających koszykówkę w pierwszoligowym zespole KS SPÓJNIA STARGARD. Jednostka treningowa miała charakter wytrzymałościowy ze stałymi elementami gry. Wysilek fizyczny trwał 1,5 godziny.

U każdego badanego wykonano w pozycji stojącej serię 3 termogramów powierzchni przednich i tylnych kończyn górnych (ramienia i przedramienia):

Seria 1 – przed treningiem (czas adaptacji: 20 min),

Seria 2 – bezpośrednio po intensywnym treningu (czas trwania treningu: 1,5 godz.),

Seria 3 – po treningu (10 min po zakończeniu ćwiczeń).

Czas ćwiczeń oraz rejestracji termowizyjnej był jednakowy u wszystkich badanych. Wszyscy zawodnicy byli praworęczni. Rejestrowano obrazy termowizyjne przednich i tylnych powierzchni kończyn górnych (ramię i przedramię), przy ich ustawieniu w supinacji. Obszary te były stale odsłonięte podczas wysiłku. Do badań wykorzystano kamerę ThermaCAM TM Sc500 firmy Flir Systems oraz oprogramowanie AGEMA. Rejestrowano i wybrano do analizy średnią temperaturę (T_{mean}) wewnątrz wybranych obszarów. Komputerowy system analizy obrazów umożliwił zaznaczenie na wykonanych termogramach analizowanego obszaru (górną granicą to umowna linia łącząca dół pachowy z końcem barkowym obojczyka i odpowiednio z tyłu z końcem barkowym łopatki, natomiast dolną granicą to umowna linia łącząca wyrostki rylcowate kości promieniowej i łokciowej). Badania wykonano zgodnie ze standardami Europejskiego Towarzystwa Termograficznego. Przyjęto emisyjność skóry na poziomie 0,98. Zdjęcia rejestrowano z odległości 3 m w pomieszczeniu o wilgotności 60% i temperaturze 25°C.

W badanych grupach zawodników wykonano pomiary antropometryczne: wysokości i masy ciała, grubości fałdu skórno-tłuszczowego na ramieniu prawym i lewym. Następnie wyznaczono wskaźnik BMI (*Body Mass Index*). Metodą bioimpedancji (za pomocą analizatora Bodystat 1500) określono podstawowy skład ciała badanych, tj. procentowy udział beztłuszczowej masy ciała (LBM – *Lean Body Mass*), wody i tłuszczu.

Powierzchnię ciała badanych zawodników wyznaczano według wzoru Dubois (wiążącego wielkość powierzchni ciała z masą i wysokością ciała), natomiast powierzchnie kończyn górnych wyliczono, stosując regułę dziewiątek Wallace'a polegającą na orientacyjnym, procentowym określeniu powierzchni danej części ciała [12, 13].

Tabela 1 Charakterystyki zawodników zespołu KS SPÓJNIA STARGARD (n = 12)

Cechy	min.–max.	\bar{x} (Average)	\pm SD (Standard Deviation)
Wiek chronologiczny [lata]	18–33	23,83	4,282
Staż zawodniczy [lata]	5–16	10,5	3,001
Wysokość ciała [cm]	175–202	190,42	8,764
Masa ciała [kg]	66–99	87,42	10,059
Średnia grubość fałdu skórno-tłuszczowego na ramieniu i przedramieniu prawym i lewym [mm]	10–19	15,17	2,517
Wskaźnik BMI (<i>Body Mass Index</i>) [kg/m ²]	22,79–26,59	24,31	1,263
Powierzchnia prawej i lewej kończyny górnej (ramienia i przedramienia) – przód lub tył [m ²]	0,064–0,083	0,08	0,006
LBM [%]	81,1–87,7	85,13	2,102
Zawartość procentowa tłuszczu [%]	12,3–18,9	14,88	2,102
Zawartość procentowa wody [%]	53,2–59,5	56,86	1,822
Pułap tlenowy (VO_{2max}) [mL/min/kg]	44,5–58	49,88	4,697
HR_t/HR_{max} [%]	68–78,84	72,28	2,402
Caltrac [kcal]	699–786	746	24,796

Tabela 2 Wartości minimalne i maksymalne oraz średnie arytmetyczne zmian temperatur ΔT_{mean} (seria 1 – seria 2) badanych obszarów kończyn górnych (ramion i przedramion) powierzchni przednich i tylnych u koszykarzy [OC]

Powierzchnie przednie	min.–max. (P)	\bar{x} (P)	\pm SD	min.–max. (L)	\bar{x} (L)	\pm SD	min.–max. (L i P)	\bar{x} (L i P)	\pm SD
	1,7–4,3	2,81	0,848	1,4–3,8	2,47	0,828	1,55–4,05	2,64	0,83
Powierzchnie tyłne	min.–max. (P)	\bar{x} (P)	\pm SD	min.–max. (L)	\bar{x} (L)	\pm SD	min.–max. (L i P)	\bar{x} (L i P)	\pm SD
	1,4–3,6	2,27	0,711	1,2–3,6	2,07	0,862	1,3–3,6	2,17	0,777

P – prawa kończyna górna (ramię i przedramię), L – lewa kończyna górna (ramię i przedramię)

Tabela 3 Wartości minimalne i maksymalne oraz średnie arytmetyczne zmian temperatur ΔT_{mean} (seria 2 – seria 3) badanych obszarów kończyn górnych (ramion i przedramion) powierzchni przednich i tylnych u koszykarzy [OC]

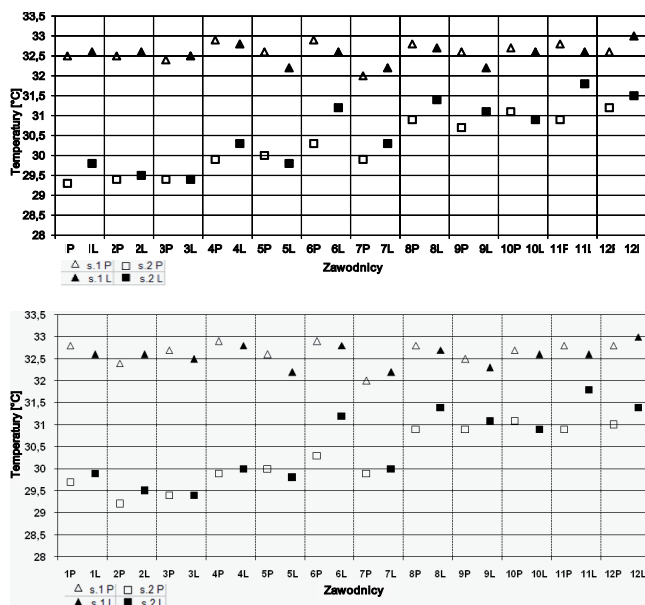
Powierzchnie przednie	min.–max. (P)	\bar{x} (P)	\pm SD	min.–max. (L)	\bar{x} (L)	\pm SD	min.–max. (L i P)	\bar{x} (L i P)	\pm SD
	1,2–2,5	1,75	0,41	1–2,7	1,64	0,47	1,1–2,6	1,7	0,43
Powierzchnie tyłne	min.–max. (P)	\bar{x} (P)	\pm SD	min.–max. (L)	\bar{x} (L)	\pm SD	min.–max. (L i P)	\bar{x} (L i P)	\pm SD
	0,9–2,2	1,43	0,377	0,8–2	1,26	0,358	0,9–1,9	1,34	0,332

P – prawa kończyna górna (ramię i przedramię), L – lewa kończyna górna (ramię i przedramię)

Tabela 4 Wartości minimalne i maksymalne oraz średnie arytmetyczne zmian temperatur ΔT_{mean} (seria 1 – seria 3) badanych obszarów kończyn górnych (ramion i przedramion) powierzchni przednich i tylnych u koszykarzy [OC]

Powierzchnie przednie	min.–max. (P)	\bar{x} (P)	\pm SD	min.–max. (L)	\bar{x} (L)	\pm SD	min.–max. (L i P)	\bar{x} (L i P)	\pm SD
	0,4–2,2	1,06	0,523	0,3–1,6	0,83	0,431	0,35–1,9	0,94	0,461
Powierzchnie tylne	min.–max. (P)	\bar{x} (P)	\pm SD	min.–max. (L)	\bar{x} (L)	\pm SD	min.–max. (L i P)	\bar{x} (L i P)	\pm SD
	0,4–1,8	0,84	0,472	0,2–2	0,81	0,61	0,3–1,9	0,82	0,535

P – prawa kończyna górna (ramię i przedramię), L – lewa kończyna górna (ramię i przedramię)



Rys. 1 Graficzna prezentacja indywidualnych spadków temperatury T_{mean} bezpośrednio po zakończeniu jednostki treningowej (90 min) w stosunku do temperatury T_{mean} spoczynkowych – osobno dla kończyny górnej prawej i lewej

Przed przystąpieniem do badań termograficznych dokonano oceny wydolności tlenowej badanych zawodników, mierząc pułap tlenowy ($VO_{2\text{max}}$) metodą bezpośrednią. W tym celu badani zawodnicy zostali poddani wysiłkowi progresywnemu o narastającej intensywności do maksymalnego na cykloergometrze rowerowym firmy Monark. Zawodnicy zostali poddani próbie w dniu wolnym od treningu, również w okresie startowym. Wskaźniki oddechowe rejestrowane były za pomocą analizatora Oxycon Alpha firmy Jaeger. Pomiarzy częstości skurczów serca podczas próby i w okresie restytucji wykonano metodą telemetryczną za pomocą sport-testera firmy Polar i wyznaczono tętno maksymalne (HR_{max}).

Powszechnym sposobem wyznaczenia intensywności wysiłku, poza oceną zużycia tlenu (VO_2), jest określenie częstości skurczów serca (HR) podczas wysiłku i jego odniesienie do tętna maksymalnego. Uznaje się, że wysiłki w zakresie ok. 85–95% HR_{max} odpowiadają 80–90% $VO_{2\text{max}}$; zakres 70–85% HR_{max} odpowiada 65–75% $VO_{2\text{max}}$ [14]. Podczas treningu za pomocą sport-testerów monitorowano tętno zawodników, a następnie ustalano indywidualnie średnie tętno treningowe (HR). U każdego zawodnika wyliczono, jaki procent tętna maksymalnego stanowiło tętno uzyskiwane na treningu, będące wyznacznikiem wielkości obciążenia treningowego.

Za pomocą akceleratora typu caltrac firmy Muscle Dynamics Fitness Network zmierzono wydatek energetyczny podczas treningu w postaci ilości zużytych kalorii.

Wyniki

W tabeli 1 przedstawiono charakterystyki badanych zawodników uprawiających koszykówkę.

Na rysunku 1 zaprezentowano indywidualne spadki temperatur (ΔT_{mean}) bezpośrednio po zakończeniu jednostki treningowej (90 min) w stosunku do temperatur spoczynkowych, osobno dla kończyny górnej prawej (P) i lewej (L). Mimo większego

obciążenia kończyny prawej wynikającego z asymetrii funkcjonalnej, różnica między spadkiem indywidualnych temperatur kończyny górnej prawej (ramienia i przedramienia) i lewej nie przekroczyła u żadnego zawodnika $0,5^\circ\text{C}$ (co w literaturze przedmiotu arbitralnie uznawane jest za brak różnic) [15].

W tabelach 2–4 zestawiono wartości minimalne i maksymalne oraz średnie zmiany temperatur (ΔT_{mean}) badanych obszarów w kolejnych seriach badań.

Największe różnice temperatur w badanych obszarach ciała rejestrowano każdorazowo w serii 2 w porównaniu z serią 1. Wyższe różnice średnich temperatur (ΔT_{mean}) zarejestrowano w przypadku powierzchni przednich kończyn górnych (tabela 2) niż powierzchni tylnych.

Średnie przyrosty temperatur (ΔT_{mean}) analizowanych izoterm w serii 3 w porównaniu z serią 2 były również wyższe w przypadku powierzchni przednich (tabela 3). Można tłumaczyć to mniejszą zawartością tkanki tłuszczowej na powierzchniach przednich ramion i przedramion w porównaniu z powierzchniami tylnymi.

W celu poszukiwania zależności pomiędzy zmianami temperatur wybranych powierzchni ciała w seriach badań a czynnikami fizjologicznymi oraz morfologicznymi wyliczono regresję postępującą krokową, w której zmienne dodawane są kolejno do modelu w celu wyznaczenia tych najsilnie skorelowanych [16].

Wyniki analizy regresji (tabela 4) pokazały, że istotny statystycznie wpływ na wielkość zmian temperatur w seriach badań mają dwa czynniki: poziom pułapu tlenowego oraz wydatek energetyczny [17, 18].

W badaniach nie stwierdzono istotnych statystycznie zależności zmian temperatur analizowanych obszarów od cech morfologicznych (tabela 4).

Dyskusja

Najbardziej efektywnym mechanizmem eliminacji produkowanego przez pracujące mięśnie ciepła jest pocenie się i proces odparowywania potu z powierzchni ciała, którego tempo zależy od wilgotności i temperatury otoczenia. Można więc wnioskować, że sprawność mechanizmów termoregulacyjnych u osób wytrenowanych pozwoliła na kontynuowanie wysiłku bez wzrostu temperatury wewnętrznej, co mogłoby być czynnikiem ograniczającym zdolności wysiłkowe zawodników.

Rejestrowane różnice temperatur były wyższe w przypadku powierzchni przednich kończyn górnych, co uwarunkowane jest mniejszą kumulacją tkanki tłuszczowej w tym obszarze.

Na podstawie analizy regresji stwierdzono, że czynnikiem mającym statystycznie istotny wpływ na wielkość zmian temperatur w seriach badań jest poziom pułapu tlenowego. Ważnym aspektem adaptacji do wysiłku jest także sprawna termoregulacja. W organizmie bardziej wytrenowanym, na skutek zmian adaptacyjnych do wysiłku, odnotowuje się niższe przyrosty temperatur wewnętrznych oraz większe wydzielanie potu, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia temperatury powierzchni ciała [4, 19, 20]. Utrata ciepła poprzez wydzielanie i parowanie potu, niezbędna do utrzymania równowagi termicznej podczas pracy fizycznej, obciąża organizm wzmoczoną pracą serca, transportem ciepła do skóry i gruczołów potowych. Wyższa wydolność ogólna i tolerancja wysiłkowa osób badanych powinna zatem być czynnikiem usprawniającym ten proces, co umożliwi lepszą wymianę ciepła podczas jego nadmiernego uwalniania i zarazem powrót do homeotermii w okresie restytucji. Prawidłowość tę potwierdziły badania koszykarzy.

Tabela 5 Zestawienie wyników regresji postępującej krokowej

Zmiana średniej temperatury (ΔT_{mean}) analizowanych powierzchni ciała w seriach badań	Zmienne w modelu	Zmienne poziom istotności $p < 0,05^*$ $p < 0,01^{**}$
Kończyna górna L i P pow. przednia s.1-s.2	pułap tlenowy, caltrac, powierzchnia kończyny górnej	pułap tlenowy (+) $p = 0,004911^{**}$ caltrac (+) $p = 0,041478^*$
Kończyna górna L i P pow. przednia s.2-s.3	pułap tlenowy, caltrac, HR, HR _{max} [%], fadł k.g	pułap tlenowy (+) $p = 0,042450^*$
Kończyna górna L i P pow. przednia s.1-s.3	pułap tlenowy, caltrac, wskaźnik BMI	caltrac (+) $p = 0,0276^*$
Kończyna górna L i P pow. tylna s.1-s.2	pułap tlenowy, caltrac, wysokość ciała, wskaźnik BMI	pułap tlenowy (+) $p = 0,008004^{**}$ caltrac (+) $p = 0,018091^*$
Kończyna górna L i P pow. tylna s.2-s.3	pułap tlenowy, caltrac, HR, HR _{max} [%], powierzchnia kończyny górnej	caltrac (+) $p = 0,038132^*$
Kończyna górna L i P pow. tylna s.1-s.3	pułap tlenowy, caltrac, fadł k.g., wskaźnik BMI	caltrac (+) $p = 0,006357^{**}$

P – prawa kończyna górna (ramię i przedramię)
L – lewa kończyna górna (ramię i przedramię)
fadł k.g. – średnia grubość fałdu skórnołuszczowego na ramieniu i przedramieniu prawym i lewym [mm]
s.1 – seria 1: przed treningiem (czas adaptacji: 20 min),
s.2 – seria 2: bezpośrednio po intensywnym treningu (czas trwania treningu: 1,5 godz.),
s.3 – seria 3: po treningu (10 min po zakończeniu ćwiczeń)

Termowizja jest przydatną metodą oceny mechanizmów termoregulacyjnych podczas pracy fizycznej (w tym mechanizmu sprawności usuwania ciepła, umożliwiającego kontynuowanie wysiłku). Pewną niedoskonałością jest brak przeprowadzenia analogicznych pomiarów na grupie kontrolnej osób nietreningujących w celu weryfikacji tej hipotezy. Badania w tym zakresie wymagają kontynuacji.

Wyniki pomiarów wydatku energetycznego za pomocą urządzenia caltrac wskazują, że wydajność procesów chłodzenia organizmu zależy od intensywności treningu – w tym przypadku mierzonego ilością utraconych kalorii podczas jednostki treningowej. Podobne wyniki badań uzyskali w swoich pracach Coh i Sirok oraz Nakayama wraz z zespołem, którzy stwierdzili, że zmiany rejestrowanych temperatur na powierzchniach ciała rosną wraz ze wzrostem intensywności wysiłku [21, 22]. Obserwowane przez nich wielkości były proporcjonalne do intensywności zadawanego wysiłku fizycznego.

Przedstawione wyniki mają charakter badań pilotażowych i są częścią programu badań dotyczących dynamiki zmian temperatur i wpływu na te zmiany czynników fizjologicznych i morfologicznych podczas wysiłku fizycznego u sportowców różnych dyscyplin sportowych.

Wnioski

- Istotna statystycznie zależność między poziomem pułapu tlenowego i spadkiem temperatur powierzchni kończyn górnych (ramion i przedramion) bezpośrednio po treningu wskazuje, że termografia może być wykorzystana do badania sprawności mechanizmów termoregulacji (mającej wpływ na poziom wydolności fizycznej ogólnej).
- Powierzchnie przednie ramion i przedramion są obszarami bardziej odpowiednimi do oceny dynamiki zmian temperatur niż powierzchnie tylne. Wynika to z mniejszego nagromadzenia tkanki tłuszczowej w tych obszarach, działającej jak izolator przepływu ciepła z organizmu na powierzchnię ciała. ■

Literatura

- T. Winsor, D. Winsor: *The noninvasive laboratory: history and future of thermography*, Int Angiol, vol. 4(1), 1985, s. 41-50.
- E. Rostkowska: *Wpływ uprawiania sportu na obraz termowizyjnego testu sprawności naczyniowej rąk u dzieci*, Monografie nr 319, Akademia Wychowania Fizycznego, Poznań 1996.

- P. Davidovits: *Physics in biology and medicine*, Academic Press, 2001.
- J. Smorawiński: *Adaptacja mechanizmów termoregulacyjnych człowieka do wysiłku fizycznego w przebiegu treningu wytrzymałościowego*, Akademia Wychowania Fizycznego, Monografie nr 293, Poznań 1991.
- R.W. Piwonka, S. Robinson, V.L. Gay, R.S. Manalis: *Preacclimatization of men to heat by training*, J Appl Physiol, vol. 20(3), 1965, s. 379-384.
- E. Shvartz, A. Magazanik, Z. Glick: *Thermal responses during training in a temperate climate*, J Appl Physiol, vol. 36(5), 1974, s. 572-576.
- J. Smorawiński, R. Grucza, S. Kozłowski: *Thermoregulatory adaptation to exercise in the course of endurance training* [w:] *International perspectives in exercise physiology*, Human Kinetics Books, Champaign 1990, s. 188-191.
- A. Kempieńska, M. Chudecka: *Termiczna prezentacja aktywności ruchowej studentów III roku IKF podczas programowych zajęć z pływania*, [w:] E. Bulicz (red.): *Potegowanie Zdrowia*, Politechnika Radomska, Radom 2003, s. 331-336.
- M. Torii, M. Yamasaki, T. Sasaki, H. Nakayama: *Fall in skin temperature of exercising man*, Br J Sports Med, vol. 26(1), 1992, s. 29-32.
- M. Chudecka, A. Lubkowska: *Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature*, J Thermal Biol, vol. 35, 2010, s. 379-385.
- M. Chudecka, A. Lubkowska, A. Kempieńska: *Termowizyjna ocena zmian temperatur kończyn górnych zawodników uprawiających waterpolo*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 16, 2010, s. 334-338.
- D. Dubois, E.F. Dubois: *A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known*, Arch Intern Med, vol. 17, 1916, s. 863-871.
- A.B. Wallace: *The exposure treatment of burns*, Lancet, vol. 1(6653), 1951, s. 501-504.
- J. Górski: *Fizjologia wysiłku i treningu fizycznego*, PZWL, Warszawa 2011.
- J. Żuber, A. Jung: *Metody termograficzne w diagnostyce medycznej*, Bomar Marketing, Warszawa 1997.
- A. Stanisz: *Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistica PL na przykładach z medycyny*, StatSoft, Kraków 2008.
- Z.J. Schlader, S.R. Stannard, T. Mündel: *Human thermoregulatory behavior during rest and exercise – a prospective review*, Physiol Behav, vol. 99(3), 2010, s. 269-275.
- D.D. Lund, C.V. Gisolfi: *Estimation of mean skin temperature during exercise*, J Appl Physiol, vol. 36(5), 1974, s. 625-628.
- S. Hunold, E. Mietzsch, J. Werner: *Thermographic studies on patterns of skin temperature after exercise*, Eur J Appl Physiol, vol. 65, 1992, s. 550-554.
- A. Merla, P.A. Mattei, L. Di Donato, G.L. Romani: *Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise*, Ann Biomed Eng, vol. 38(1), 2010, s. 158-163.
- M. Coh, B. Sirok: *Use of the Thermovision Method in Sport Training*, Physical Education and Sport, vol. 5(1), 2007, s. 85-94.
- T. Nakayama, Y. Ohnuki, K. Kanosue: *Fall in skin temperature during exercise observed by thermography*, Jpn J Physiol, vol. 31, 1981, s. 757-762.

otrzymano / received: 12.07.2011

wersja poprawiona / revised version: 20.10.2011

zaakceptowano / accepted: 21.11.2011