

dr hab. n. med. Andrzej Wiśniewski, prof. AWF^{a)}*, dr inż. Wojciech Jarosz^{b)}, dr Anna Mróz^{a)},
mgr Marcin Smolarczyk^{a)}, dr Anna Czajkowska^{a)}, dr Andrzej Magiera^{a)},
mgr inż. Przemysław Kowalczyk^{b)}, mgr Dagmara Zimmerman-Rysz^{c)},
prof. dr hab. n. med. Marek Kowalczyk^{a)}

^{a)}Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie / Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw

^{b)}Szkoła Główna Straży Pożarnej / The Main School of Fire Service

^{c)}Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II w Lublinie / The John Paul II Catholic University of Lublin

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: wisniewski_a@poczta.onet.pl

Wymiary ciała i otłuszczenie zawodowych strażaków

Body Measurements and Body Fat in Professional Firefighters

Размеры тела и ожирение среди профессиональных пожарных

ABSTRAKT

Cel pracy: Celem artykułu jest opisanie wymiarów i składu ciała zawodowych strażaków ze szczególnym uwzględnieniem zawartości tłuszczu w ich organizmie.

Material i metody: Zbadano kohortę 178 strażaków. Byli to mężczyźni w wieku od 19,5 roku do 53 lat, przy czym średni wiek metrykalny (WM) badanych wynosił prawie 32 lata. Strażaków podzielono na 3 grupy wiekowe. Pierwszą z nich tworzyli ratownicy do 25 roku życia (n = 75, 42% wszystkich badanych, średni WM – prawie 22 lata), drugą – ratownicy w wieku od 25 do 44 lat (n = 79, 44% wszystkich badanych, średni WM – prawie 37 lat), a trzecią – ratownicy powyżej 44 roku życia (n = 24, 14% wszystkich badanych, średni WM – prawie 49 lat). U wszystkich badanych w godzinach porannych mierzono wysokość ciała (WC, cm) i masę ciała (MC, kg). Do pomiarów badani przystępowali w lekkich strojach sportowych, bez butów. Wszystkie pomiary przeprowadzał ten sam zespół badaczy, posługując się tymi samymi urządzeniami. W celu zmierzenia WC posłużono się stadiometrem, a w celu zmierzenia zawartości tłuszczu w organizmie (FM, kg) – metodą bioimpedancji elektrycznej. Do oceny składu ciała wykorzystano analizator wyposażony w cztery elektrody (model tetrapolarny). Masę tłuszczu wyrażano w kilogramach i w stosunku do masy ciała (FM%, PBF). Na podstawie pomiarów WC, MC i FM obliczono wskaźniki masy ciała (BMI, kg/m²) oraz wskaźnik otłuszczenia ciała (FMI, kg/m²).

Wyniki: Stwierdzono, że średnie unormowane wartości masy ciała i wartości wskaźnika masy ciała w grupach zawodowych strażaków w wieku od 25 do 44 lat i powyżej 44 lat sytuują się na górnej granicy lub ponad górną granicę normy populacyjnej (2,0 SDS). W wyniku analizy wartości wskaźnika otłuszczenia potwierdzono, że duży odsetek strażaków powyżej 25 roku życia cechuje nadwaga, a nawet otyłość.

Wnioski: Zaobserwowano, że wraz z wiekiem otłuszczenie badanych mężczyzn znacznie się zwiększa i jest na tyle duże, że 1/3 strażaków powyżej 25 roku życia uznano za osoby nadmiernie otłuszczone. Stwierdzono, że: 1. ocenę zdolności do wykonywania zadań ratowniczych należy rutynowo przeprowadzać, dokonując także pomiaru składu ciała ze szczególnym uwzględnieniem pomiaru zawartości tłuszczu w organizmie; 2. wraz z wiekiem, szczególnie po ukończeniu 25 roku życia, masa ciała strażaków zwiększa się z powodu nadmiernego otłuszczenia, co u niektórych z nich prowadzi nawet do otyłości; 3. bez względu na sposób oceny stanu otłuszczenia odsetek osób z nadwagą i otyłych wśród zawodowych strażaków jest znaczący.

Słowa kluczowe: strażacy, bioimpedancja elektryczna, masa tłuszczu, wskaźnik otłuszczenia

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 28.09.2017; Zrecenzowany: 23.11.2017; Opublikowany: 29.12.2017;

Procentowy wkład merytoryczny w powstanie artykułu: A. Wiśniewski – 25%, W. Jarosz – 10%, A. Mróz – 10%, M. Smolarczyk – 10%, A. Czajkowska – 10%, A. Magiera – 10%, P. Kowalczyk – 5%, D. Zimmerman-Rysz – 15%, M. Kowalczyk – 5%;

Proszę cytować: BiTP Vol. 48 Issue 4, 2017, pp. 110–123, doi: 10.12845/bitp.48.4.2017.8;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The aim of the article is to describe body measurements and body composition in professional firefighters, with a particular focus on body fat.

Material and Methods: A cohort of 178 firefighters aged from 19.5 to 53 years was examined, with mean chronological age (CA) of almost 32 years. Study participants were divided into 3 age groups: up to 25 years of age (n = 75.42% of all study participants, mean CA = 22 years), from 25 to 44 years (n = 79.44% of all study participants, mean CA = 37 years) and the oldest, aged over 44 years (n = 24.14% of all study participants, mean CA = 49 years). Body height (BH, cm) and body mass (BM, kg) were measured in the morning by means of the same measurement equipment. Body height was measured using a stadiometer. The participants were wearing light sportswear and were barefoot. The measurements were always performed by the same

research team. A stadiometer was used to measure BH and bioelectrical impedance analysis was used to evaluate fat mass in body composition (FM, kg). The evaluation of body composition was performed using the analyser equipped in 4 electrodes (tetrapolar model). Fat mass was expressed in kg and relative to body mass (FM%, PBF). BH, BM and FM measurements were used to calculate body mass index (BMI, kg/m²) and fat mass index (FMI, kg/m²).

Results: It was found that the mean standardised values of body mass and body mass index in groups of firefighters with CA of 25-44 years and those over 44 years are at or over the upper limit for the population standard (2.0 SDS). The analysis of fat mass index (FMI, kg/m²) demonstrated that a large percentage of firefighters aged over 25 years were characterised by overweight or even obesity.

Conclusions: It was demonstrated that body fat in the study participants increased with age. This tendency is so pronounced that a third of the firefighters aged over 25 years were overweight. It was found that: 1. The evaluation of the ability to perform rescue operations should be routinely conducted using body composition examinations, with a particular focus on body fat; 2. the body mass of professional firefighters increases with age, especially after turning 25, due to excess body fat, which in certain firefighters leads even to obesity; 3. regardless of the method of evaluating body fat, the percentage of overweight and obese individuals among firefighters is considerable.

Keywords: firefighters, bioelectrical impedance, fat mass, fat mass index

Type of article: review article

Received: 28.09.2017; Reviewed: 23.11.2017; Published: 29.12.2017;

Percentage contribution: A. Wiśniewski – 25%, W. Jarosz – 10%, A. Mróz – 10%, M. Smolarczyk – 10%, A. Czajkowska – 10%, A. Magiera – 10%, P. Kowalczyk – 5%, D. Zimmerman-Rysz – 15%, M. Kowalczyk – 5%;

Please cite as: BiTP Vol. 48 Issue 4, 2017, pp. 110–123, doi: 10.12845/bitp.48.4.2017.8;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель исследования: Цель статьи – описать параметры и состав тела профессиональных пожарных, акцентируя особое внимание на содержании жира в их организме.

Материал и методы: Была обследована группа, состоящая из 178 пожарных. В неё вошли мужчины в возрасте от 19,5 до 53 лет, причем средний метрический возраст (WM) исследуемых составлял почти 32 года. Пожарные были разделены на три возрастные группы. Первую из них составляли спасатели в возрасте до 25 лет (n = 75, 42% всех исследуемых, средний WM – почти 22 года), вторую – спасатели в возрасте от 25 до 44 лет (n = 79, 44% всех исследуемых, средний WM – почти 37 лет), а третью – спасатели старше 44 лет (n = 24, 14% всех исследуемых, средний WM – почти 49 лет). У всех исследуемых утром измеряли рост (WC, см) и массу тела (MC, кг). На измерения исследуемые приходили в легкой спортивной одежде, без обуви. Все измерения проводились одной и той же группой исследователей, которая использовала одинаковые устройства. Для измерения WC использовали стadiометр, а для измерения уровня жировой ткани (FM, кг) – метод электрического биоимпеданса. Для диагностики состава тела использовался анализатор, оборудованный четырьмя электродами (тетраполярная модель). Жировую массу выражали в килограммах и по отношению к массе тела (FM%, PBF). На основе измерений WC, MC и FM были рассчитаны индексы массы тела (ИМТ, кг/м²) и индекс жировых отложений (FMI, кг/м²).

Результаты: Было установлено, что средние нормированные значения массы тела и индекса массы тела в группах профессиональных пожарных в возрасте от 25 до 44 лет и старше 44 лет находятся в верхнем пределе или выше верхнего предела нормы для населения (2,0 SDS). В результате анализа показателя уровня жировой ткани было подтверждено, что большой процент пожарных более 25 лет характеризуется избыточным весом и даже ожирением.

Выводы: Было отмечено, что вместе с возрастом уровень жировой ткани у исследуемых мужчин настолько увеличивался, что 1/3 пожарных старше 25 лет страдает от лишнего веса. Было установлено, что: 1. оценка способностей выполнения спасательных задач должна проводиться регулярно, а также включать в себя диагностику состава тела с особым учетом измерения содержания жира в организме; 2. с возрастом, особенно после достижения 25 лет, вес пожарных увеличивается из-за чрезмерного увеличения жировых отложений, которые в некоторых случаях приводят даже к ожирению; 3. Независимо от метода оценки уровня жировой ткани, процент людей с избыточным весом и ожирением среди профессиональных пожарных является значительным.

Ключевые слова: пожарные, электрический биоимпеданс, жировая масса, индикатор ожирения

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 28.09.2017; Рецензирована: 23.11.2017; Опубликована: 29.12.2017;

Процентное соотношение вклада в создание статьи: A. Wiśniewski – 25%, W. Jarosz – 10%, A. Mróz – 10%, M. Smolarczyk – 10%, A. Czajkowska – 10%, A. Magiera – 10%, P. Kowalczyk – 5%, D. Zimmerman-Rysz – 15%, M. Kowalczyk – 5%;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 48 Issue 4, 2017, pp. 110–123, doi: 10.12845/bitp.48.4.2017.8;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Zdolność strażaków do skutecznego wykonywania zadań ratowniczych, które w wielu przypadkach polegają na ratowaniu życia ludzkiego i mienia, jest ściśle powiązana z określonymi właściwościami psychofizycznymi ratowników. Ze względu na szczególną rolę społeczną strażaków postanowiono przeprowadzić badania

Background

The ability of firefighters to effectively perform rescue tasks, which often involve saving human lives and protecting people's property, is closely associated with specific psychological and physical characteristics of the representatives of this professional group. Due to the special role played by firefighters

dotyczące wymiarów i składu ciała zawodowych strażaków, co było uzasadnione tym, że dotychczas badacze krajowi stosunkowo rzadko poświęcali uwagę temu zagadnieniu [1–4]. Należy podkreślić, że zbiory danych antropologicznych są przydatne do prowadzenia prac nad nowymi środkami ochrony osobistej ratowników oraz do właściwej oceny ich sprawności i wydolności fizycznej. Uznano, że wobec globalnego problemu nadmiernego otyłszczenia się ludzi szczególnie pożądane jest zbadanie zawartości tłuszczu w organizmie zawodowych strażaków [5, 6]. Zarówno nadmierne, jaki niedostateczne otyłszczenie może być przyczyną pogorszenia się zdolności do wykonywania pracy fizycznej, przy czym – jak wielokrotnie wykazano – nadmierne otyłszczenie znacznie zwiększa ryzyko wystąpienia chorób cywilizacyjnych (*non-communicable diseases*, NCD's) i jest jednym z najpoważniejszych współcześnie problemów w ochronie zdrowia [7–9]. Niedobór tłuszczu w organizmie, szczególnie tłuszczu wewnątrzbrzusznego (wisceralnego, trzewnego), może ograniczać czas w pełni efektywnego wykonywania pracy fizycznej, szczególnie zaś czas podejmowania długotrwałego wysiłku fizycznego [10–11]. W związku z powyższym postanowiono ocenić stan otyłszczenia strażaków, szczególnie że – jak już wspomniano – w piśmiennictwie krajowym temu aspektowi oceny ratowników poświęcono mało miejsca.

Material i metody badań

Osoby badane

Dobrowolnie zgłaszający się do udziału w pomiarach strażacy ($n = 178$) mieli od 19,5 roku do 53 lat (wiek metrykalny, WM, lat). Najmłodszy badani (WM < 25 lat) byli studentami pożarnictwa w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie (SGSP) lub ratownikami stawiającymi pierwsze kroki w zawodzie, pozostali zaś – doświadczeni ratownikami pracującymi w Państwowej Straży Pożarnej (PSP).

Material

Materialiem do analiz były wyniki pomiarów wysokości i masy ciała strażaków ze szczególnym uwzględnieniem zawartości tłuszczu w organizmie.

Metody badań

Program badań i sposób przeprowadzania pomiarów zaakceptowała Komisja Etyczna Opiniująca Badania Biomedyczne przy Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie. Wszyscy strażacy dobrowolnie wzięli udział w badaniach. Nabór uczestników prowadzili badacze ze SGSP (Wojciech Jarosz, Przemysław Kowalczyk), rozsyłając drogą elektroniczną zawiadomienia do terenowych komend PSP. Przed przystąpieniem do pomiarów każdy strażak był szczegółowo informowany o celach i przebiegu programu badawczego, a informacji na temat badania udzielała zawsze ta sama osoba (Andrzej Wiśniewski). Po zaakceptowaniu celów i sposobu przeprowadzenia pomiarów uczestnicy podpisali jednolity tekst świadomej zgody na udział w badaniach. Następnie przeprowadzono z nimi wywiad lekarski na temat ich stanu zdrowia, przebytych chorób i doznanych urazów ciała, po czym wykonywano badanie lekarskie (Andrzej Wiśniewski) z osłuchiwaniem serca oraz pomiarem

in society, research was undertaken to analyse the measurements and body composition of professional firefighters. These efforts were justified by the fact that Polish researchers so far have rarely focused on this issue [1–4]. It should be emphasised that anthropological data sets are useful for developing new personal protection means for fire rescuers and for the accurate assessment of their physical fitness and efficiency. It was concluded that in the light of the global problem of excessive fat accumulation in people, it is particularly important to analyse the body fat percentage of professional firefighters [5, 6]. Both excessive and insufficient body fat may decrease the ability to perform physical work, and, as repeatedly demonstrated, excessive body fat increases the risk of non-communicable diseases (NCDs) and is one of the major contemporary healthcare challenges [7–9]. In turn, insufficient body fat, especially visceral, may reduce the time of fully effective physical work, especially long-term physical effort [10–11]. In the context of the above, an analysis of the body fat of firefighters was undertaken, especially that, as already mentioned, in Poland there are few publications focussing on assessing the fitness of fire rescuers.

Material and method

The analysed individuals

Firefighters who volunteered to participate in the measurements ($n = 178$) were aged from 19.5 to 53 years (chronological age, CA, years). The youngest of the studied groups (CA < 25 years) consisted of students of firefighting at the Main School of Fire Service (SGSP) or fire rescuers beginning their professional career, and the remaining groups included experienced fire rescuers working for the State Fire Service (SFS).

Material

The material for the analyses were height and body mass measurements results, including in particular body fat percentage.

Methods

The programme of the examinations and the method of conducting measurements was accepted by the Ethical Committee for Assessing Biomedical Research at the Military Institute of Aviation Medicine in Warsaw. All the firefighters participated in the study on a voluntary basis. The recruitment of participants was also carried out by SGSP (Wojciech Jarosz and Przemysław Kowalczyk) through emails sent to local SFS departments. Before the measurements each firefighter received detailed information on the objectives and course of the research programme, with information on the study always provided by the same person (Andrzej Wiśniewski). After accepting the objectives and methods of the measurements, the participants signed a uniform informed consent form for participation in the study. After that, their medical history was taken to gather information on their stage of health, diseases and injuries, followed by a medical examination (Andrzej Wiśniewski) with heart auscultation

spoczynkowej częstości skurczów serca i ciśnienia tętniczego. Do udziału w badaniu nie kwalifikowano osób, które w czasie wstępnego badania lekarskiego miały: 1. spoczynkową częstość skurczów serca większą niż 100/min; 2. spoczynkowe ciśnienie skurczowe wyższe niż 139 mm Hg i/lub rozkurczowe wyższe niż 89 mm Hg; 3. rozpoznaną chorobę przewlekłą wymagającą stałego przyjmowania leków albo w okresie trzech miesięcy poprzedzających zgłoszenie się do udziału w badaniach przebyły operację i/lub doznały urazu ciała wymagających długotrwałego leczenia. Jeśli na podstawie wywiadu i badania lekarskiego nie stwierdzono przeciwwskazań do uczestniczenia w pomiarach, to ratownik był dopuszczany do udziału w programie badawczym.

Wszystkie pomiary przeprowadzono w godzinach porannych, posługując się tym samym sprzętem pomiarowym. Wysokość ciała (WC) mierzono za pomocą stadiometru ściennego z dokładnością do 0,1 cm. Do pomiaru WC badani przystępowali w strojach sportowych, po zdjęciu obuwia i skarpet, a w czasie pomiaru pozostawali w pozycji stojącej, swobodnie wyprostowani, plecami do przedniej powierzchni przymiaru, z kończynami górnymi swobodnie opuszczonymi wzdłuż tułowia, a dolnymi wyprostowanymi i złączonymi (pozycja antropometryczna). Każdemu badanemu polecano równomiernie obciążyć stopy i ustawić je w kształcie litery „V”, to jest z piętami złączonymi, a z przednimi częściami stóp nieco rozsuniętymi względem siebie. Głowę badanych ustawiano w płaszczyźnie oczno-usznej, tak aby w czasie przeprowadzania pomiarów patrzyli na punkt znajdujący się na przeciwległej ścianie na wysokości ich oczu. Między pierwszym i drugim oraz drugim i trzecim pomiarem WC polecano osobie badanej przejść swobodnym krokiem przez pracownię (odcinek o długości prawie 5 m), a za wynik przyjmowano średnią arytmetyczną z trzech kolejnych pomiarów [12]. Masę ciała (MC, kg) i skład ciała mierzono, wykorzystując analizator składu ciała marki Tanita, model BC-418 MA. Do pomiaru badani przystępowali w strojach sportowych bez butów i skarpet. Wynik pomiaru masy ciała odnotowywano w dokumentacji badania z dokładnością do 0,1 kg. Skład ciała szacowano przy użyciu zawsze tego samego modelu urządzenia (analizator składu ciała) określającego zawartość tłuszczu w organizmie na podstawie pomiaru oporu tkanek dla prądu elektrycznego (metoda bioimpedancji elektrycznej, *bioelectrical impedance analysis*, BIA). Posługiwano się urządzeniem wyposażonym w cztery elektrody (model tetrapolarny), z których dwie były przeznaczone dla kończyn górnych (uchwyty dla dłoni), a dwie miały postać płyt metalowych, na których badani stawali gołymi stopami. Należy podkreślić, że badanie składu ciała w każdym przypadku poprzedzono pomiarem wysokości ciała, tak aby do pamięci analizatora składu ciała wprowadzać wiarygodne dane. Niestety, producent umożliwia wpisywanie wartości WC tylko z dokładnością do 1 cm, a nie z – wymaganą w antropologii – dokładnością do 0,1 cm [12]. Przed dokonaniem pomiaru proszono badanych o opróżnienie pęcherza moczowego. Masę całkowitą tkanki tłuszczowej (*fat mass*, FM, kg) odnotowywano w dokumentacji badania z dokładnością do 0,1 kg. Po wprowadzeniu wyniku pomiaru FM do komputerowej bazy danych, prowadzonej za pomocą arkusza kalkulacyjnego programu Excel, obliczano, niezależnie od zapisu na wydruku z analizatora, odsetek FM względem MC (*percentage of body fat*, PBF, FM%) oraz wskaźnik tkanki tłuszczowej (*fat mass index*, FMI, całkowita masa tkanki tłuszczowej

and the measurement of resting heart rate and blood pressure. The research did not include individuals who during the initial medical examination had: 1. resting heart rate higher than 100 per minute; 2. resting systolic blood pressure higher than 139 mm Hg and/or diastolic blood pressure higher than 89 mm Hg; 3. been diagnosed with a chronic disease requiring permanent medication or a surgery and/or injury necessitating long-term treatment within the three months preceding the submission to participate in the study. If, based on the medical history and examination, no contra-indications for participating in the measurements were found, the given fire rescuer was accepted into the research programme.

All the measurements were carried out during morning hours using the same measurement equipment. Body height (BH) was measured with a wall-mounted stadiometer with an accuracy of 0.1 cm. BH measurements were taken with the participants in sportswear without shoes or socks, and during the measurements they remained in a standing position, with a loosely straight posture, the back aligned with the measurement surface, hands loosely hanging along the trunk, and straight legs put together (anthropometric position). Each examined individual was instructed to place equal load on the feet and put them in a V shape, i.e. with heels together and the front parts of the feet slightly apart. The participants' heads were placed in an auriculo-orbital plane so that during the measurements they would look at the point on the opposite wall at the level of their eyes. Between the first and the second, and the second and third BH measurement each participant was asked to take an unconstrained walk through the room (almost 5 meters), and the result was established on the basis of the arithmetical mean of three consecutive measurements [12]. The body mass (BM, kg) and body composition were measured with the Tanita body composition analyser, model BC-418 MA. The measurements were taken in sportswear without shoes or socks. The body mass measurement result was recorded in the study documentation with a 0.1 kg accuracy. Body composition was always estimated with the same model of the body composition analyser determining fat content in the body on the basis of the measurement of tissue resistance to electrical current (bioelectrical impedance analysis, BIA). A device with four electrodes (the tetrapolar model), two for upper limbs (handles) and two in the form of metal plates on which the participants stood with bare feet. It should be emphasised that body composition analysis in each case was preceded by body height measurements so as to feed the body composition analyser with reliable data. Unfortunately, the producer provides the maximum BH value accuracy of 1 cm, while the value required for anthropological studies is 0.1 cm [12]. Before the measurement the participants were asked to empty their bladders. Total fat mass (FM, kg) was recorded in the study documentation with an accuracy of 0.1 kg. After entering the FM measurement results in the computer database kept in an Excel spreadsheet, the ratio between FM and MC was calculated regardless of the analyser results (*percentage of body fat*, BFP, FM%), together with the *fat mass index* (FMI, the total fat mass in the body in kilograms divided by body height squared, kg/m²). The body

w organizmie wyrażona w kilogramach podzielona przez wysokość ciała podniesioną do kwadratu, kg/m^2). Wyniki szacowania składu ciała odniesiono do wybranych wartości referencyjnych [13–16]. Za wskazujące na nadmierną zawartość tłuszczu przyjęto wartości odpowiednio dla PBF większe niż 25%, a dla FMI równe lub większe od $6,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ [17]. Wyniki pomiaru WC i MC oraz obliczone na tej podstawie zależności wagowo-wzrostowe (wskaźnik masy ciała, *body mass index*, BMI kg/m^2) odniesiono do norm populacyjnych opracowanych przez Palczewską i Niedźwiecką na podstawie badań populacyjnych przeprowadzonych w latach 1996–1999 [18]. Za wskazującą na nadwagę przyjmowano klasycznie wartość BMI większą od $25 \text{ kg}/\text{m}^2$, a za wskazującą na otyłość – wartość większą niż $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ [19].

Analiza statystyczna

Dane na temat wymiarów i składu ciała gromadzono i porządkowano w bazie danych Excel. Na podstawie dat urodzenia i przeprowadzonych pomiarów obliczono wiek metrykalny każdego badanego (liczba dni, które upłynęły od daty urodzenia do daty badania, podzielona przez 365,25 dni). Zachowując zasady przyjęte w projekcie grantu naukowego numer DOB-BIO6/05/54/2014, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR), badaną kohortę strażaków podzielono na trzy grupy WM. Pierwszą tworzyli ratownicy do 25 roku życia ($\text{WM} < 25 \text{ lat}$), drugą – ratownicy mający od 25 do 44 lat, a trzecią – ratownicy, którzy przekroczyli 44 rok życia ($\text{WM} > 44 \text{ lat}$). Dla każdej z mierzonych cech obliczono wartość średnią i wartość jednego odchylenia standardowego od średniej (SD). Wyniki pomiarów WC i MC oraz obliczeń wartości BMI normowano względem krajowych norm populacyjnych [18]. Następnie zbadano istotności różnic między średnimi wartościami poszczególnych cech w wyodrębnionych klasach WM. Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$ dla różnic między średnimi wartościami porównywanych cech. Siłę związków między poszczególnymi wymiarami ciała oraz WM badano za pomocą testu Pearsona, przyjmując poziom istotności $p < 0,05$ dla wartości współczynnika korelacji.

Wyniki

Wartości średnie WM, WC, MC i BMI badanych strażaków przedstawiono w tabeli 1, natomiast wartości unormowane – w tabeli 2. Wyniki szacowania zawartości tłuszczu w organizmie zawarto w tabeli 3. W każdej z tych tabel podano wartości mierzonych cech dla wszystkich badanych oraz dla wyodrębnionych grup wieku metrykalnego.

composition estimation results were set against selected reference values [13–16]. Values pointing to excessive fat content for BFP were above 25% and for FMI – equal to or higher than $6.6 \text{ kg}/\text{m}^2$ [17]. The BH and BM measurement results and the weight/height ratios calculated on this basis (*body mass index*, BMI kg/m^2) were compared with the population norms developed by Palczewska and Niedźwiecka based on population studies carried out in the years 1996–1999 [18]. BMI index pointing to overweight was above $25 \text{ kg}/\text{m}^2$, and that identifying obesity – above $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ [19].

Statistical analysis

Data on body measurements and composition were collected and organised in an Excel database. Based on dates of birth and the measurements, the chronological age of each participant was calculated (the number of days from his/her birth to the examination date divided by 365.25 days). According to the rules of the scientific grant project number DOB-BIO6/05/54/2014 financed by the National Centre for Research and Development (NCBiR) the studied cohort of firefighters was divided into three CA groups. The first consisted of rescuers up to the age of 25 ($\text{CA} < 25 \text{ years}$), the second – fire rescuers aged 25–44, and the third was composed of firefighters aged more than 44 ($\text{CA} > 44 \text{ years}$). For each of the measured characteristics, the mean value and the value of one standard deviation from the mean (SD) was calculated. The BH, BM and BMI measurements were standardised against national population norms [18]. After that, the significance of differences between the mean values of particular characteristics were analysed for the identified CA classes. The significance level of $p < 0.05$ was set for differences between the mean values of the compared characteristics. The correspondences between the respective body and CA measurements were analysed with Pearson's test, with a significance level of $p < 0.05$ for the correlation coefficient value.

Results

The mean values of CA, BH, BM and BMI for the investigated firefighters are presented in Table 1, while standardised values are included in Table 2. The body fat percentage estimation results are included in Table 3. Each of the tables includes the measured properties values for all the participants and for the identified chronological age groups.

Tabela 1. Wiek metrykalny, wysokość i masa ciała oraz wskaźnik masy ciała (średnia ± SD, zakres) strażaków

Table 1. Chronological age, body height and body mass, Body Mass Index (mean ± SD, range) in professional firefighters

Badani Studied groups	Charakterystyka auksologiczna Auxological characteristics	WM / CA [lat] [years]	WC / BH [cm]	MC / BM [kg]	BMI [kg/m ²]
	Wszyscy, n = 178 All cases, n = 178	31,89 ± 9,99 19,46 – 53,26	179,61 ± 5,93 165,0 – 198,0	83,92 ± 10,97 63,9 – 119,6	25,99 ± 3,02 19,91 – 36,71
	WM < 25 lat, n = 75 CA < 25 years, n = 75	21,77 ± 1,43 19,46 – 24,92	180,93 ± 6,66 167,2 – 198,0	79,74 ± 8,26 63,0 – 103,6	24,34 ± 1,90 19,91 – 28,96
	WM 25 ÷ 44 lat, n = 79 CA 25 ÷ 44 years, n = 79	36,94 ± 5,43 25,00 – 43,77	176,68 ± 5,21 165,0 – 192,0	85,72 ± 10,32 64,0 – 117,0	26,82 ± 2,79 20,97 – 34,98
	WM > 44 lata, n = 24 CA > 44 years, n = 24	48,88 ± 2,37 44,25 – 53,26	178,57 ± 5,08 167,0 – 187,3	91,04 ± 14,99 67,6 – 119,6	28,44 ± 3,84 22,92 – 36,71

Legenda:
 WM – wiek metrykalny
 WC – wysokość ciała
 MC – masa ciała wyrażona
 BMI – wskaźnik masy ciała

Notes:
 CA – chronological age
 BH – body height
 BM – body mass
 BMI – Body Mass Index

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 2. Unormowana wysokość i masa ciała oraz wskaźnik masy ciała (średnia ± SD, zakres) strażaków

Table 2. Standardised body height, body mass and Body Mass Index (mean ± SD, range) in professional firefighters

Badani Studied groups	Charakterystyka auksologiczna Auxological characteristics	WC / BH [SDS]	MC / BM [SDS]	BMI [SDS]
	Wszyscy, n = 178 All cases, n = 178	0,19 ± 0,93 -2,02 – 3,07	1,50 ± 1,10 -0,60 – 5,09	1,62 ± 1,12 -0,64 – 5,60
	WM < 25 lat, n = 75 CA < 25 years, n = 75	0,39 ± 1,04 ^{aa} -1,76 – 3,07	1,08 ± 0,83 ^{bbb} -0,60 – 3,48	1,00 ± 0,71 ^{ddd} -0,64 – 2,72
	WM 25 ÷ 44 lat, n = 79 CA 25 ÷ 44 years, n = 79	0,04 ± 0,82 -2,02 – 2,21	1,68 ± 1,04 ^{ccc} -0,50 – 4,83	1,93 ± 1,04 -0,25 – 4,96
	WM > 44 lata, n = 24 CA > 44 years, n = 24	0,02 ± 0,80 -1,69 – 1,39	2,22 ± 1,51 -0,14 – 5,09	2,53 ± 1,43 0,48 – 5,60

Legenda:
 SDS (*standard deviation score*) – wyniki pomiaru odniesione do opracowanych przez Palczewską i Niedźwiecką norm populacyjnych poszczególnych cech [16]

^{aa} – unormowana WC ratowników z grupy WM < 25 lat statystycznie większa niż unormowana WC ratowników z grupy WM 25–44 lata oraz z grupy WM > 44 lat, p < 0,01

^{bbb} – unormowana MC najmłodszych strażaków statystycznie mniejsza niż unormowana MC strażaków z grupy WM 25–44 lata oraz z grupy WM > 44 lat, dla obu p < 0,001

^{ccc} – unormowana MC ratowników z grupy WM 25–44 lata statystycznie mniejsza niż unormowana MC ratowników z klasy WM > 44 lat, p < 0,001

^{ddd} – unormowana wartość BMI najmłodszych strażaków statystycznie mniejsza niż unormowana wartość BMI strażaków z grupy WM 25–44 lata oraz z klasy WM > 44 lat, p < 0,001

Notes:
 SDS (*standard deviation score*) – measurement results set against the population standards for individual characteristics prepared by Palczewska and Niedźwiecka [16]

^{aa} – standardised body height (BH) of fire rescuers from the CA < 25 group, statistically significantly greater than for the CA 25–44 group and CA > 44 group, p < 0.01

^{bbb} – standardised body mass (BM) of the youngest fire rescuers significantly lower than in the CA 25–44 group and the oldest firefighters, p < 0.001

^{ccc} – standardised BM of firefighters from CA > 44 group, p < 0.001

^{ddd} – standardised value of Body Mass Index (BMI) of the youngest significantly lower than in firefighters from the CA 25–44 group and CA > 44 group, p < 0.001

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 3. Otluszczenie strażaków wyrażone (średnia ± SD, zakres) masą tłuszczu (FM, kg) w organizmie, odsetkiem masy tłuszczu względem masy ciała (PBF) oraz wskaźnikiem masy tłuszczu (FMI)

Table 3. Body fat percentage in professional firefighters expressed by fat mass (FM, kg), body fat percentage (BFP) and Fat Mass Index (FMI, kg/m) (mean ± SD, range)

Badani Studied groups	Charakterystyka auksologiczna Auxological characteristics			
	FM [kg]	PBF (FM%)	FMI [kg/m ²]	BMI [kg/m ²]
Wszyscy, n = 178 All cases, n = 178	14,16 ± 6,83 2,7 – 35,7	16,36 ± 6,17 3,95 – 30,99	4,40 ± 2,12 0,88 – 10,98	25,99 ± 3,02 19,91 – 36,71
WM < 25 lat, n = 75 CA < 25 years, n = 75	9,39 ± 3,57 ^{aaa} 2,7 – 20,2	11,62 ± 3,74 ^{aaa} 3,95 – 20,38	2,87 ± 1,08 ^{aaa} 0,88 – 5,90	24,34 ± 1,90 19,91 – 28,96
WM 25 ÷ 44 lat, n = 79 CA 25 ÷ 44 years, n = 79	16,58 ± 5,97 ^{bb} 5,6 – 35,7	18,96 ± 5,16 ^{bb} 8,26 – 39,99	5,19 ± 1,85 ^{bb} 2,04 – 10,67	26,82 ± 2,79 20,97 – 34,98
WM > 44 lata, n = 24 CA > 44 years, n = 24	21,12 ± 7,25 8,1 – 34,8	22,61 ± 4,57 10,93 – 30,80	6,57 ± 2,12 2,66 – 10,98	28,44 ± 3,84 22,92 – 36,71

Legenda:

^{aaa} – średnie wartości FM, PBF i FMI strażaków z grupy WM < 25 lat znacznie mniejsze niż strażaków z grupy WM 25–44 lata oraz z grupy WM > 44 lat, p < 0,001

^{bb} – średnie wartości FM, PBF i FMI ratowników z grupy WM 25–44 lata znacznie mniejsze niż ratowników z grupy WM > 44 lat, p < 0,01

Notes:

^{aaa} – mean values FM, PBF and FMI in the CA < 25 group significantly lower than in the CA 25–44 and CA > 44 groups, p < 0.001

^{bb} – mean values of FM, PBF and FMI in the CA 25–44 group significantly lower than in the CA > 44 group, p < 0.01

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Omówienie wyników i dyskusja

Ze względu na strukturę wiekową zawodowych strażaków do udziału w pomiarach najtrudniej było włączyć do badania tych, którzy ukończyli 44 lata. Z tego powodu w grupie najstarszych ratowników znalazło się zaledwie 13% wszystkich badanych. Mimo to uznano, że wyniki pomiarów przeprowadzonych wśród 24 osób w wieku od 44 do nieco ponad 53 lat mogą dostatecznie obrazować stan fizyczny najstarszych strażaków [20]. Liczebność dwu pozostałych grup wiekowych, z których każda składała się z ponad 70 osób, uznano za w pełni reprezentatywną, by wnioski można było odnieść do populacji krajowej.

Wysokość ciała

Różnice w wysokości ciała badanych strażaków oceniano na podstawie wartości unormowanych względem norm populacyjnych opracowanych, jak już powiedziano, na podstawie pomiarów przeprowadzonych pod koniec XX wieku [18]. Zgodnie z oczekiwaniami stwierdzono, że wpływ zjawiska trendów sekularnych ujawnił się w badanej próbie populacji, gdyż najmłodszy ratownicy okazali się znacznie wyżsi niż ich starsi koledzy [21]. Zaobserwowano też, że wśród najmłodszych ratowników (WM < 25 lat) występowała tendencja do wysokorostłości, gdyż blisko co dziesiąty mężczyzna z tej grupy WM był znacznie wyższy od ponad 97% mężczyzn z populacji generalnej. Zakłada się, że przy klasycznym rozkładzie wartości cechy w populacji największe wartości występują tylko u 3% osób (wielkość cechy > 97 centyla, ct), a w przypadku wyznaczania granic szerokiej normy populacyjnej za pomocą wartości dwóch odchyłeń standardowych od średniej (wielkość cechy > 2,0 SDS) – nawet

Results and discussion

Due to the age structure of professional firefighters, it was the most difficult to include individuals aged more than 44 in the measurements performed for the study. Thus, the group of oldest fire rescuers accounted for only 13% of all the studied individuals. However, it was concluded that the results of measurements carried out among 24 individuals aged from 44 to 53 may sufficiently reflect the physical condition of the oldest firefighters [20]. The number of people in the two remaining age groups, i.e. more than 70 individuals in each group, was considered fully representative to draw conclusions for the country's population.

Body height

Differences in body height of the analysed firefighters were evaluated on the basis of values standardised against population norms developed based on measurements carried out in the 1990s [18]. As expected, it was found that the impact of secular variation is visible in the studied population sample, as the youngest fire rescuers were considerably higher than their older colleagues [21]. It was also observed that among the youngest fire rescuers (CA < 25 years) there was a tendency towards tall stature as almost every tenth man from the CA group was considerably higher from over 97% of men in the total population. It is assumed that with a typical distribution of characteristics in the population, the highest values occur in only 3% of individuals (the value of the characteristic > 97 percentile, pct), and when determining the boundaries of the broad population norm with the value of two standard deviations from the mean (the value of the characteristic > 2.0 SDS) – in even less

u nieco mniej niż 3% osób [20]. Górną granicę szerokiej normy populacyjnej przy posługiwaniu się miarą centylową Palczewska i Niedźwiecka wyznaczyły na 190,3 cm (97 ct), a przy posługiwaniu się miarą odchylenia standardowego – na 191,2 cm (2,0 SDS) [18]. Stwierdzono, że w grupie najmłodszych ratowników tak wysokie osoby (WC > 97 ct) stanowiły aż 8%, przy czym wysokość ich ciała wynosiła od prawie 193 do 198 cm. W związku z zaobserwowaną tendencją do wybierania zawodu strażaka przez wysokorostłych mężczyzn uznano, że w przyszłości uzasadnione byłoby podjęcie badań nad związkami między wysokością ciała i predyspozycjami do wykonywania standardowych czynności ratowniczych.

Porównawszy najmłodszych badanych (WM < 25 lat, pomiary własne z lat 2015–2016) oraz studentów pożarnictwa opisanych przez Bertranda i współpracowników (pomiary w latach 2009–2010), stwierdzono, że wysokość ciała obu kohort jest podobna. Należy podkreślić, że w obu przypadkach pomiarami objęto studentów tej samej uczelni, a mianowicie warszawskiej SGSP [2]. Powyższa obserwacja może świadczyć o tym, że w porównaniu z poprzednimi latami mamy do czynienia z procesem wygasania lub spowalniania oddziaływania trendów sekularnych na wysokość ciała mężczyzn w Polsce [21].

Masa ciała i wskaźnik masy ciała

Stwierdzono, że zarówno wyrażone w kilogramach, jak i unormowane wartości masy ciała wszystkich badanych korelują dodatnio i znamienne ($r = 0,365$, $p < 0,001$) z ich wiekiem metrykalnym. Zaskoczeniem było to, że wartość średnia unormowanej MC ratowników w wieku od 25 do 44 lat była bliska (MC SDS \approx 2,0 SDS) górnej granicy szerokiej normy populacyjnej, a ratowników najstarszych nawet większa (MC SDS > 2,0 SDS). Równie niepokojące wnioski sformułowano na podstawie analizy wartości wskaźnika masy ciała, który do pewnego stopnia odzwierciedla zależność wagowo-wzrostową osób dorosłych [22, 23, 24]. Okazało się, że tak jak unormowana MC, tak i średnia wartość BMI strażaków w wieku od 25 do 44 lat znajdowała się na górnej granicy szerokiej normy populacyjnej (BMI \approx 2,0 SDS), a najstarszych strażaków – znacznie powyżej tej granicy (BMI = 2,5 SDS). Przedstawione obserwacje pozwalają przypuszczać, że w krótkim czasie od ukończeniu studiów lub szkoły aspirantów straży pożarnej podaż energii na aktywność fizyczną, co nieuchronnie prowadzi do postępującego otyśnięcia, a w wyniku tego – do nadmiernego przyrostu masy ciała. Zatem mimo że strażacy mają formalny obowiązek systematycznego przeprowadzania treningu fizycznego, okazują się osobami, których dotyczy zwiększone ryzyko występowania chorób cywilizacyjnych, co może ograniczać ich zdolność do pełnienia służby [7, 9]. W pracy posłużono się terminem „choroby cywilizacyjne”, który jest nadal rozpoznawany w krajowym piśmiennictwie, choć już niestosowany w piśmiennictwie zagranicznym, gdzie zastąpiono go terminem *non-communicable diseases* (NCS's). Do klasycznych chorób cywilizacyjnych zalicza się: choroby układu krążenia (m.in. nadciśnienie tętnicze), zaburzenia tolerancji glukozy i cukrzycę typu II, a także niektóre choroby nerek. Należy podkreślić, że choroby cywilizacyjne są następstwem przewlekłego zaburzenia bilansu energetycznego spowodowanego przewlekłym niedostatkim

than 3% of individuals [20]. The upper limit of the broad population norm was determined by Palczewska and Niedźwiecka with a percentile measurement at 190.3 cm (97 pct), and with the standard deviation method – at 191.2 cm (2.0 SDS) [18]. It was found that in the group of the youngest fire rescuers individuals with a BH > 97 pct accounted for as many as 8%, with their body height amounting from almost 193 to 198 cm. Due to the observed tendency to choose the firefighting profession by men with high posture it was concluded that in the future it would be justified to perform studies on the relationship between body height and predispositions for carrying out standard rescue operations.

As a result of comparing the youngest participants (CA < 25 years, own measurements from the years 2015–2016) and fire rescue students described by Bertrand et al. (measurements from 2009–2010) it was found that the body height of both cohorts is similar. It should be emphasised that in both cases the measurements were performed on students from the same university, i.e. SGSP in Warsaw [2]. The above may indicate that in comparison with the previous years we are experiencing a decline or deceleration of the impact of secular variation on the body height of men in Poland [21].

Body mass and body mass index

Positive and significant correlations were identified between body mass values of all the participants expressed in kilograms and standardised ($r = 0.365$, $p < 0.001$) and their chronological age. It was surprising that the mean value of the standardised BM of firefighters aged 25–44 years was close (MC SDS \approx 2.0 SDS) to the upper limit of the broad population norm, and for the oldest fire rescuers the value was even above the limit (BH SDS > 2.0 SDS). Alarming conclusions were also formulated on the basis of the analysis of body mass index values, which to a certain degree reflects the weight/height ratio in adults [22, 23, 24]. It turned out that both standardised BH and the mean BMI of firefighters aged 25–44 was at the upper limit of the broad population norm (BMI \approx 2.0 SDS), and for the oldest firefighters – much above the limit (BMI = 2.5 SDS). The presented observations make it possible to conclude that shortly after graduation from a university or college energy supply in the fire rescuers' diet consistently exceeds energy expenditure on physical activity, which inevitably leads to progressing adiposity and excessive body mass increase. Therefore, despite the fact that firefighters are formally obligated to exercise regularly, they are under an increased risk of non-communicable diseases, which may limit their ability to perform their service [7, 9]. The typical non-communicable diseases include cardiovascular system diseases (including arterial hypertension), glucose tolerance disorders and type 2 diabetes, and also some kidney diseases. It should be emphasised that non-communicable diseases are a consequence of a chronically disturbed energy balance caused by permanently insufficient physical activity, which, as already stated, results in excessive fat tissue deposition and leads to overweight, and with time – to obesity. It should be recalled that BMI was developed for estimating the risk of non-communicable diseases and is one of the longest

aktywności fizycznej, co, jak już powiedziano, skutkuje nadmiernym odkładaniem się tkanki tłuszczowej i prowadzi do nadwagi, a po pewnym czasie – do otyłości. Trzeba przy tym przypomnieć, że wskaźnik BMI opracowano z myślą o szacowaniu ryzyka występowania w populacji chorób cywilizacyjnych i jest on jednym z najdłużej stosowanych narzędzi epidemiologicznych służących ocenie stanu zdrowia nowoczesnych i postnowoczesnych populacji [19]. Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (*World Health Organization*, WHO) osoby, których wartość BMI wynosi lub przekracza 25 kg/m², zalicza się do grupy o zwiększonym ryzyku wystąpienia chorób cywilizacyjnych [13, 19]. Tymczasem w badanej kohorcie nadmierną wartość wskaźnika masy ciała (BMI ≥ 25) stwierdzono aż u blisko 60% badanych, przy czym na podstawie rekomendacji WHO prawie połowę uznano za osoby z nadwagą (n = 31, BMI 25–29.9), a prawie 10% – za osoby otyłe. Wśród otyłych przeważał I stopień otyłości (n = 15, BMI 30–34.5), ale u niektórych ratowników stwierdzono nawet II stopień otyłości (n = 3, BMI 35–39.9). Należy przy tym podkreślić, że od pewnego czasu użyteczność wskaźnika masy ciała w ocenie zależności wagowo-wzrostowych jest w piśmiennictwie dyskutowana, a nawet podważana [23, 24, 25]. Wobec tego rodzi się pytanie, czy na podstawie analizy średnich wartości BMI tak niekorzystna jak przedstawiona powyżej ocena – przewaga przypadków nadwagi i otyłości w badanej kohorcie strażaków – jest dostatecznie uzasadniona. Za krytycznym i ostrożnym podejściem do tego, by ogłaszać stan epidemii nadwagi i otyłości w populacji strażaków, mogłoby przemawiać to, że wielu spośród badanych deklaroowało (wszystkich zapytano o rodzaj i częstość podejmowanej aktywności fizycznej, co będzie przedmiotem odrębnej publikacji), że: systematycznie przeprowadza trening fizyczny, ma w koszarach dostęp do instalacji i sprzętu treningowego (siłownię, sale gimnastyczne, boiska), a nawet uczestniczy w zawodach sportowo-pożarniczych. Powyższe wątpliwości rozwiązała jednak ocena zawartości tłuszczu w organizmach osób badanych, na podstawie której jednoznacznie stwierdzono liczne przypadki nadmiernego otłuszczenia ratowników. Tym samym to masa tkanki tłuszczowej, a nie masa znakomicie rozwiniętych mięśni szkieletowych, spowodowała, że średnia wartość wskaźnika masy ciała strażaków powyżej 25 roku życia okazała się tak niekorzystna w kontekście stanu zdrowia.

Zawartość tłuszczu w organizmie

Zagadnienie szacowania zawartości tłuszczu w organizmie przedstawiano w piśmiennictwie już wielokrotnie, gdyż kwestia ta jest ściśle związana z: występowaniem wielu chorób, wzrastającymi kosztami leczenia osób otyłych i niedożywionych oraz zdolnością do podejmowania wysiłku fizycznego [12, 17, 26–33]. Wykazano, że zarówno nadmierna, jak i niedostateczna zawartość tłuszczu w organizmie prowadzi do wystąpienia poważnych zaburzeń stanu zdrowia oraz zmniejsza zdolność do podejmowania wysiłku fizycznego, co w przypadku zawodowych strażaków jest szczególnie istotne [34]. Niedobór tłuszczu w organizmie powoduje zmniejszenie się zdolności do długotrwałego wysiłku fizycznego, gdyż ogranicza możliwości wytwarzania energii z wolnych kwasów tłuszczowych w czasie długotrwałej pracy fizycznej [10, 11]. Z kolei nadmierna zawartość tłuszczu w organizmie, zawsze oznaczająca nadwagę lub otyłość badanych, nieuchronnie prowa-

applied epidemiological tools for assessing the health condition of modern and post-modern populations [19]. In line with the World Health Organization (WHO) guidelines, individuals whose BMI amounts to 25 kg/m² or more are in the group of increased risk of non-communicable diseases [13, 19]. In the studied cohort the increased body mass index (BMI ≥ 25) was identified in as many as almost 60%, and based on WHO recommendations nearly half of them would be considered overweight (n = 31, BMI 25–29.9), and almost 10% – obese. Among the obese fire rescuers, 1st degree of obesity was dominant (n = 15, BMI 30–34.5), and in some of them 2nd degree of obesity was identified (n = 3, BMI 35–39.9). It should be emphasised that recently the usefulness of the body mass index in assessing correlations between weight and height in literature on the subject has been disputed and questioned [23, 24, 25]. Therefore, a question arises whether on the basis of the mean BMI value the unfavourable assessment presented above pointing to the prevalence of overweight and obesity in the studied cohort of firefighters is plausible. A critical and cautious approach to the issue preventing the authors from announcing the overweight and obesity epidemics in the population of firefighters might be justified by the fact that many participants, when asked about the type and frequency of physical activity practised by them (which is going to be the subject of a separate publication) declared that they performed regular physical training, had access to training equipment at their barracks (gyms, fitness rooms, playing fields), and even participated in sports competitions for firefighters. These doubts were dispelled by the assessment of the fat percentage in the bodies of the participants, on the basis of which numerous cases of adiposity of the fire rescuers were confirmed. At the same time, this was not the weight of greatly developed muscles but the weight of the adipose tissue that contributed to the unfavourable mean body mass index among the firefighters above 25 years of age in the context of their health condition.

Body fat percentage

The issue of estimating body fat percentage has been repeatedly raised in the literature on the subject as it is closely associated with many diseases, increased treatment costs of obese and underweight individuals and the ability to perform physical effort [12, 17, 26–33]. It has been demonstrated that both excessive and insufficient body fat percentage leads to serious health disorders and reduces the ability to perform physical effort, which is especially important in the case of professional firefighters [34]. Insufficient body fat percentage reduces the ability to perform physical effort for prolonged periods as it limits the possibility of producing energy from free fatty acids during extended periods of physical work [10, 11]. In turn, excessive body fat percentage, which is always related to overweight or obesity, inevitably leads to a limitation of the ability to perform any type of physical work. Therefore, it

dzi do ograniczenia zdolność do wykonywania każdego rodzaju pracy fizycznej. Wobec tego zasadnicze znaczenie ma wyznaczenie zakresu zawartości tłuszczu w organizmie. Niestety, wyniki pomiaru tej cechy różnią się znacznie zależnie od zastosowanej metody, a dotychczas opracowano ich kilkanaście [17, 35]. Okazało się, że wyniki pomiarów metodą BIA, szeroko rozpowszechnioną ze względu na łatwość jej stosowania, różnią się w zależności od rodzaju urządzenia (m.in. modele bipolarne *versus* tetrapolarne), producenta, a nawet modelu aparatów tego samego wytwórcy. Z tego powodu opracowanie uniwersalnych norm populacyjnych było i wciąż wydaje się zadaniem niewykonalnym. Należy podkreślić, że zakresy wartości referencyjnych zawartości tłuszczu w organizmie są często opracowywane przez producentów urządzeń do analizy składu ciała (np. Tanita; dla mężczyzn w wieku 20–39 lat i 40–59 lat wartość PBF w kategorii „zdrowie” [ang. *healthy*] wynosi odpowiednio 7–20% i 10–22%, a w kategorii „nadmiar” – od 20% i 22%), a jednak w praktyce badawczej i klinicznej najpowszechniej wykorzystywane są standardy rekomendowane przez WHO [13, 14]. Na przełomie XX i XXI wieku eksperci WHO zalecili, aby za otyłych uznawać tych dorosłych mężczyzn, u których zawartość tłuszczu w organizmie jest równa lub większa niż 25% masy ciała [12]. Natomiast Jeukendrup i Gleeson w rozdziale książki *Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance* poświęconej żywieniu w sporcie przedstawili bardziej rygorystyczne – niż propozycje WHO i marki Tanita – normy zawartości tłuszczu w organizmie [16]. Wymienieni autorzy uważają bowiem, że średnia populacyjna wartość PBF dla mężczyzn w wieku do 30 lat oraz w wieku 30–50 lat powinna wynosić odpowiednio 9–15% i 11–17%. Jednocześnie badacze ci za najmniejszą wartość PBF uznają 3%, a w przypadku osób aktywnych fizycznie jako właściwą wartość przyjmują 5–10%. Uważają oni także, że zalecana wartość PBF dla dorosłych mężczyzn to 11–14%, a akceptowalna – 15–20%, począwszy zaś od 21% rozpoznają nadwagę, a od 24% – otyłość. Wobec powyższych przedstawionych różnic w zalecanych wartościach rozgraniczających „prawidłową” zawartość tłuszczu w organizmie od nadmiernej jego zawartości dokonanie oceny otluszczenia badanej kohorty strażaków tylko na podstawie wartości PBF okazało się utrudnione. Analizując stan otluszczenia badanych na podstawie stosunku masy tłuszczu do masy ciała (PBF) stwierdzono bowiem, że bez względu na zastosowane wartości referencyjne – zarówno te proponowane przez WHO, markę Tanita, jak i te zalecane przez Jeukendrupa i Gleesona – średnią wartość PBF wszystkich badanych należy uznać za prawidłową (PBF = 16%), podobnie jak średnią wartość PBF ratowników w wieku od 25 do 44 lat (PBF = 19%). Tylko najstarszych strażaków od razu uznano za grupę obciążoną nadwagą, ponieważ średni odsetek tłuszczu w ich organizmie okazał się zbyt duży względem zalecanego (PBF = 22,6%). Gdy jednak przeanalizowano zawartość tłuszczu w organizmie poszczególnych strażaków, stwierdzono, że wśród ratowników powyżej 25 roku życia co trzeci ma nadmiar tłuszczu, a kilku jest nawet otyłych. Wobec tego dalsze badanie stanu otluszczenia ratowników oparto na analizie wartości wskaźnika otluszczenia FMI. Okazało się, że średnia wartość FMI w grupie strażaków w wieku od 25 do 44 lat jest bliska, a w grupie strażaków powyżej 44 roku życia – równa wartości uznawanej za miarę otyłości ($FMI \geq 6,6 \text{ kg/m}^2$) [15]. Na podstawie oceny wartości FMI stwierdzono, że otyłość cechuje aż połowę

is of vital importance to develop a scale for body fat percentage. Unfortunately, the results of the measurement differ significantly depending on the method used, with over a dozen methods developed so far [17, 35]. It turned out that the results of measurements made with the BIA method, which is widespread due to the ease of its use, vary depending on the type of equipment (i.a. bipolar versus tetrapolar models), the manufacturer and the model of the device by the same manufacturer). For this reason, developing universal population norms has been impossible. It should be emphasised that reference value ranges for body fat percentage are often developed by the manufacturers of body composition analysers (e.g. Tanita; for men aged 20–39 and 40–59 the BFP in the healthy category amounts to, respectively, 7–20% and 10–22%, and in the “overfat” category – from 20% and 22%). However, in the research and clinical practice the standards recommended by the WHO are most commonly used [13, 14]. At the turn of the 21st century WHO experts issued a guideline for determining obesity in adult men, stating that body fat percentage in the case of obesity in this group should be 25% of body mass or more [12]. However, Jeukendrup and Gleeson in the chapter of the book *Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance* focussing on sports nutrition presented more stringent body fat percentage norms than those proposed by the WHO or the Tanita brand [16]. The said authors claim that the mean BFP value for the population of men aged up to 30 and 30–50 years should be 9–15% and 11–17% respectively. At the same time, the researchers assumed 3% as the lowest BFP value, and for physically active individuals they considered the value of 5–10% as normal. They also claimed that the BFP value recommended for adult men is 11–14%, with acceptable BFP at 15–20%, overweight starting from 21% and obesity – from 24%. In the light of the aforementioned differences in recommended values separating normal and excessive body fat percentage, assessing the body fat of the analysed cohort of firefighters only on the basis of BFP values proved to be difficult. The analysis of the adiposity of the participants based on the fat mass to body mass ratio (BFP) made it possible to establish that regardless of the applied reference values proposed by the WHO and the Tanita brand, and recommended by Jeukendrup and Gleeson, the mean BFP value for all the studied individuals should be considered normal (BFP = 16%), similarly to the mean BFP value of fire rescuers aged 25–44 (BFP = 19%). Only the oldest firefighters were initially considered the group with overweight problems, as the mean body fat percentage turned out to be too high as compared to the recommended value (BFP = 22.6%). However, the analysis of body fat percentage of particular firefighters showed that in the group of fire rescuers aged more than 25 every third is overweight and several are obese. Therefore, further examinations of the fire rescuers’ body fat were based on the analysis of the FMI. The analysis demonstrated that the mean FMI value in the group of firefighters aged 25–44 is close to, and in the group above 44 years of age, equal to the value considered a measure of obesity ($FMI \geq 6.6 \text{ kg/m}^2$) [15]. Based on the assessment of FMI values, obesity was found in as many as half of the firefighters from the oldest age group and almost $\frac{1}{3}$ of fire rescuers aged

najstarszych ratowników oraz blisko $\frac{1}{3}$ ratowników w wieku od 25 do 44 lat. Posługując się wartością odcięcia FMI $\geq 6,6 \text{ kg/m}^2$, rozpoznano więcej przypadków otyłości (16% osób i kolejne 3% osób zagrożonych otyłością z uwagi na wartość FMI 6,2–6,5) niż posługując się wartością BMI $\geq 25 \text{ kg/m}^2$. Należy podkreślić, że wartości zarówno masy tłuszczu w organizmie, odsetka tłuszczu, jak i wskaźnika otłuszczenia wszystkich badanych znamienne dodatnio korelowały z wiekiem metrykalnym (dla każdej z wyżej wymienionych cech znamienne korelacji z WM $p < 0,001$, wartości r odpowiednio: 0,653, 0,705 i 0,671). W związku z powyższym nie dziwiło, że przypadki niedoboru tłuszczu w organizmie odnotowano wyłącznie wśród najmłodszych ratowników. U zaledwie kilku badanych ($n = 4$, 5% osób w WM < 25 lat) wartość PBF okazała się mniejsza niż 5%, co sugeruje, że ich zdolność do wytwarzania energii z wolnych kwasów tłuszczowych w czasie długotrwałego wysiłku fizycznego może być ograniczona [16]. Jednak u żadnego z badanych wartość PBF nie przekroczyła krytycznej granicy 3% zawartości tłuszczu w organizmie, a najmniejsza odnotowana wynosiła 3,9% [34]. Trzeba podkreślić, że z powodu otyłości lub zbyt dużego niedoboru tłuszczu w organizmie łącznie 5% wszystkich badanych ($n = 8$) można uznać za osoby o potencjalnie zmniejszonej zdolności do wykonywania niektórych czynności ratowniczych.

Podsumowując, stwierdzono nie tylko, że wraz z wiekiem znamienne zwiększa się otłuszczenie badanych, ale przede wszystkim, że $\frac{1}{3}$ zawodowych strażaków powyżej 25 roku życia jest nadmiernie otłuszczone. Jednocześnie wykazano, że badanie składu ciała, szczególnie zawartości tłuszczu w organizmie, może być cennym elementem w przeprowadzaniu oceny gotowości strażaka do wykonywania zadań ratowniczych, gdyż analiza wyniku pomiaru masy ciała (wynik ważenia) i/lub zależności wagowo-wzrostowych ratowników nie pozwala na obiektywne ustalenie, który składnik – masa mięśni szkieletowych czy masa tkanki tłuszczowej – przeważa. Trzeba podkreślić, że wynik taniego, łatwego do wykonania i powszechnie zalecanego pomiaru obwodu talii może w przypadku otyłości wisceralnej (otyłość typu MONW, *metabolically obese normal weight*) nie prowadzić do właściwego zakwalifikowania badanego. Jest to możliwe dopiero po uwzględnieniu wyniku badania składu ciała [36, 37, 38].

Wnioski

Na podstawie analizy wyników pomiaru wysokości i masy ciała oraz zawartości tłuszczu w organizmie zawodowych strażaków sformułowano następujące wnioski:

- Ocenę zdolności strażaków do wykonywania zadań ratowniczych rutynowo należy przeprowadzać z uwzględnieniem wyniku analizy składu ciała, przede wszystkim w wyniku analizy zawartości tłuszczu w organizmie.
- Wraz z wiekiem, szczególnie po ukończeniu 25. roku życia, masa ciała strażaków zwiększa się z powodu nadmiernego otłuszczenia, co u niektórych prowadzi nawet do otyłości.

25–44. Using the FMI cut-off value $\geq 6.6 \text{ kg/m}^2$, more cases of obesity were identified (16% and a further 3% at risk of obesity with FMI value of 6.2–6.5) than using the BMI value $\geq 25 \text{ kg/m}^2$. It should be emphasised that body fat mass and percentage values as well as the fat mass index of all the individuals under study positively correlated with chronological age (for each of the mentioned characteristics the significance of the correlation with the CA was $p < 0.001$, with the following values: 0.653, 0.705 and 0.671). Due to the above, it was not surprising that body fat deficiencies were observed only in the group of the youngest fire rescuers. In the case of several participants ($n = 4.5\%$ of individuals in CA < 25 years) turned out to be lower than 5%, which suggests that their ability to produce energy from free fatty acids over extended periods of physical effort may be limited [16]. However, in none of the studied firefighters the BFP value exceeded the critical body fat percentage limit of 3%, with the lowest recorded value amounting to 3.9% [34]. It should be emphasised that due to obesity or insufficient body fat percentage a total of 5% of the studied individuals ($n = 8$) may be considered to have a reduced ability of performing certain rescue operations.

To sum up, it was not only demonstrated that the studied firefighters' body fat increases with age, but also, more importantly, that $\frac{1}{3}$ of professional firefighters aged more than 25 are characterised with excessive body fat values. At the same time, it was shown that body composition analysis, especially with regard to body fat percentage, can be a valuable element of evaluating firefighters' preparedness for rescue operations, as the body mass measurement (weighting) and/or weight to height ratios do not make it possible to objectively determine which element dominates – muscle mass or adipose tissue mass. It is necessary to stress that results of the inexpensive, easy to perform and generally recommended waist circumference measurement may not lead to the proper classification of the examined individual in the case of abdominal obesity (*metabolically obese normal weight*, MONW). This is possible only after taking into consideration body composition in the examination [36, 37, 38].

Conclusions

On the basis of the analysis of the height, body mass and body fat percentage measurement results for professional firefighters, the following conclusions were formulated:

- Assessments of firefighters' ability to perform rescue operations should be routinely performed with the inclusion of the body composition analysis result, in particular the body fat percentage analysis.
- With age, especially after reaching the age of 25, the body mass of some firefighters increases due to excessive body fat, which in some cases leads to obesity.

- Bez względu na rodzaj wskaźnika zastosowanego do oceny stanu otyłości odsetek osób mających nadwagę i osób otyłych wśród zawodowych strażaków jest znaczący.

Pomiary umożliwiające opisanie wymiarów ciała strażaków przeprowadzono w ramach projektu badawczego numer DOB-BIO6/05/54/2014, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Wykaz stosowanych skrótów

NCD's – *non-communicable diseases* (w polskim piśmiennictwie nadal często stosuje się termin „choroby cywilizacyjne”)
 SGSP – Szkoła Główna Służby Pożarniczej
 WM – wiek metrykalny
 WC – wysokość ciała
 MC – masa ciała
 BIA – *bioelectrical impedance analysis*, metoda bioimpedancji elektrycznej
 FM – *fat mass*, masa tkanki tłuszczowej w organizmie
 PBF – *percentage of body fat*, odsetek masy tłuszczu względem masy ciała (FM%)
 FMI – *fat mass index*, wskaźnik tkanki tłuszczowej
 BMI – *body mass index*, wskaźnik masy ciała
 SD – *standard deviation*, odchylenie standardowe
 SDS – *standard deviation score*, jednostki odchylenia standardowego
 ct – centyl

- Regardless of the type of index used to evaluate adiposity, the percentage of overweight and obese people among professional firefighters remains significant.

The examinations enabling the description of the body measurements of firefighters were carried out within research project No. DOB-BIO6/05/54/2014 financed by the National Centre for Research and Development.

List of abbreviations

NCDs – *non-communicable diseases*
 SGSP – the Main School of Fire Service
 CA – chronological age
 BH – body height
 BM – body mass
 BIA – *bioelectrical impedance analysis*
 FM – fat mass
 BFP – body fat percentage (FM%)
 FMI – fat mass index
 BMI – body mass index
 SD – standard deviation
 SDS – standard deviation score
 pct – percentile

Literatura/Literature

- [1] Sterkowicz S., *Wyniki uczestników mistrzostw sportu pożarniczego w świetle wskaźników doświadczenia i rozwoju fizycznego*, w: *Współczesne kierunki rozwoju kultury fizycznej w formacjach obronnych*, R.M. Kalina, K. Klukowski, K. Jędrzejak, A. Kaczmarek (red.), Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej. Sekcja Kultury Fizycznej w Wojsku, Warszawa 2000, 5, 75–87.
- [2] Bertrand J., Kłós A., Szymańska W., *Ocena stanu uwapnienia kości studentów I roku Szkoły Głównej Służby Pożarniczej*, „Probl. Hig. Epidemiol.” 2011, 92(1), 110–113.
- [3] Michnik K., *Komponenty ciała pracowników służb pożarniczych*, „Aktywność Ruchowa Ludzi w Różnym Wieku” 2005, 5, 276–279.
- [4] Pawłowski R., *Rozwój i sprawność fizyczna kandydatów do Wyższej Oficerskiej Szkoły Pożarniczej*, „Kultura Fizyczna” 1977, 31(1), 15–18.
- [5] Milewicz A., *Fenotyp otyłości a skład masy ciała i profil metaboliczny*, „Endokrynol. Otyłość” 2015, 1(1), 15–19.
- [6] Rywik S., *Epidemiologia otyłości na podstawie 17-letnich badań populacji Warszawy w średnim wieku – badanie Pol-MONIKA Warszawa i Pol-Monika-BIS*, „Med. Metabol.” 2002, 4, 16–17.
- [7] Dean E., Söderlund A., *What is the role of lifestyle behaviour change associated with non-communicable disease risk in managing musculoskeletal health conditions with special reference to chronic pain?*, „BMC Musculoskeletal Disord.” 2015, 16, 87.
- [8] Oni T., Unwin N., *Why the communicable/non-communicable disease dichotomy is problematic for public health control strategies: implications of multimorbidity for health systems in an era of health transition*, „Int. Health” 2015, 7(6), 390–399.
- [9] Lee I.M., Shiroma E.J., Lobelo F., Puska P., Blair S.N., Katzmarzyk P.T.; Lancet Physical Activity Series Working Group, *Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy*, „Lancet” 2012, 380(9838), 219–229.
- [10] Bratland-Sanda S., Sundgot-Borgen J., *Eating disorders in athletes: overview of prevalence, risk factors and recommendations for prevention and treatment*, „Eur. J. Sport Sci.” 2013, 13(5), 499–508.
- [11] Fagerberg P., *Negative Consequences of Low Energy Availability in Natural Male Bodybuilding: A Review*, „Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.” 2017, 2016–0332.
- [12] Dzygadło B., Łepecka-Klusek C., Pilewski B., *Wykorzystanie analizy impedancji bioelektrycznej w profilaktyce i leczeniu nadwagi i otyłości*, „Probl. Hig. Epidem.” 2012, 93(2), 274–280.
- [13] *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation*, WHO Technical Report Series 894, World Health Organization, Geneva 2000.
- [14] www.tanitapolska.pl/analizatory-skladu-ciala-tanita.html [dostęp: 2.08.2017].

- [15] Jaffrin M.Y., Morel H., *Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods*, „Med. Eng. Phys.” 2008, 30(10), 1257–1269.
- [16] Jeukendrup A., Gleeson M., *Normal ranges of body weight and body fat*, w: *Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance*, A. Jeukendrup, M. Gleeson (red.), Second Edition, Human Kinetics, 2010.
- [17] Peltz G., Aguirre M.T., Sanderson M., Fadden M.K., *The role of fat mass index in determining obesity*, „Am. J. Hum. Biol.” 2010, 22(5), 639–647.
- [18] Palczewska I., Niedźwiecka Z., *Wskaźniki rozwoju somatycznego dzieci i młodzieży warszawskiej*, „Med. Wieku Rozwoj.” 2001, 5(supp. 1), 19–118.
- [19] Ferro-Luzzi A., Sette S., Franklin S., James W.P.T., *A simplified approach of assessing adult chronic energy deficiency*, „Eur. J. Clin. Nutr.” 1992, 46, 173–186.
- [20] Stupnicki R., Dobosz J., Tomaszewski P., Milde K., *Ilościowa analiza zmiennych w przebiegu rozwoju*, w: *Metody statystyczne w antropologii*. J. Charzewska (red.), Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Warszawa 2003, 33–43.
- [21] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC), *A century of trends in adult human height*, „eLife” 2016, 5, e13410, 1–29.
- [22] Flegal K.M., Kit B.K., Graubard B.I., *Body mass index categories in observational studies of weight and risk of death*, „Am. J. Epidemiol.” 2014, 180(3), 288–296.
- [23] Friedman G.D., *Editorial: body mass index and risk of death*, „Am. J. Epidemiol.” 2014, 180(3), 233–234.
- [24] Stupnicki R., *Relacje wagowo-wzrostowe i stosowanie wskaźnika BMI u dzieci i młodzieży*, e-Wydawnictwo NCBKF, 2014, 33–38.
- [25] Ng M., Liu P., Thomson B., Murray C.J., *A novel method for estimating distributions of body mass index*, „Popul. Health Metr.” 2016, 14, 6.
- [26] Socha M., Jonak W., Bolanowski M., Chwałczyńska A., *Assessment of body fat content in young men by using selected somatic indices and skinfolds*, „Physical Educ. Sport” 2008, 52, 84–87.
- [27] Socha M., Bolanowski M., Jonak W., Lewandowski Z., *Otłuszczenie ogólne i dystrybucja tkanki tłuszczowej u mężczyzn w starszym wieku*, „Endokrynol. Otyłość” 2007, 3(4), 73–78.
- [28] Deurenberg P., Deurenberg-Yap M., *Validation of skinfold thickness and hand-held impedance measurements for estimation of body fat percentage among Singaporean Chinese, Malay and Indian subjects*, „Asia Pac. J. Clin. Nutr.” 2002, 11, 1–7.
- [29] Dittmar M., *Comparison of bipolar and tetrapolar impedance techniques for assessing fat mass*, „Am. J. Hum. Biol.” 2004, 16, 593–597.
- [30] Vasudev S., Mohan A., Mohan D., Farooq S., Raj D., Mohan V., *Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance method with DEXA – the Chennai urban rural epidemiology study [CURES-3]*, „J. Ass. Phys. Ind.” 2004, 52, 877–881.
- [31] Chin M.K., Kiew O.F., Girandola R.N., *A comparison of body fat measurement by BodPod, skinfolds, and three bioelectrical impedance analysis techniques in Chinese college student*, „Int. J. Phys. Educ.” 2006, 43, 77–85.
- [32] Nichols J., Going S., Loftin M., Stewart D., Nowicki E., Pickrel J., *Comparison of two bioelectrical impedance analysis instruments for determining body composition in adolescent girls*, „Int. J. Body Compos Res.” 2006, 4, 153–160.
- [33] Dehghan M., Merchant A.T., *Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies?*, „Nutr. J.” 2008, 7, 26.
- [34] Friedl K.E., Moore R.J., Martinez-Lopez L.E., Vogel J.A., Askew E.W., Marchitelli L.J., Hoyt R.W., Gordon C.C., *Lower limit of body fat in healthy active men*, „J. Appl. Physiol. (1985)” 1994, 77(2), 933–940.
- [35] Lewitt A., Mądro E., Krupienicz., *Podstawy teoretyczne i zastosowania analizy impedancji bioelektrycznej (BIA)*, „Endokrnol. Otyłość” 2007, 3(4), 79–84.
- [36] Shea J.L., King M.T., Yi Y., Gulliver W., Sun G., *Body fat percentage is associated with cardiometabolic dysregulation in BMI-defined normal weight subjects*, „Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.” 2012, 22(9), 741–747.
- [37] Oliveros E., Somers V.K., Sochor O., Goel K., Lopez-Jimenez F., *The concept of normal weight obesity*, „Prog. Cardiovasc. Dis.” 2014, 56(4), 426–433.
- [38] Stefan N., Schick F., Häring H.U., *Causes, Characteristics, and Consequences of Metabolically Unhealthy Normal Weight in Humans*, „Cell Metab.” 2017, 26(2), 292–300.

DR HAB. N. MED. ANDRZEJ WIŚNIEWSKI – ukończył Wydział Lekarski Akademii Medycznej w Warszawie. W latach 1989–2003 był asystentem, a następnie adiunktem w Klinice Endokrynologii Instytutu „Pomnik-Centrum Zdrowia Dziecka”. Jest badaczem w Centralnym Laboratorium Badawczym Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Zajmuje się fizjologią wysiłku fizycznego oraz rozwojem fizycznym dzieci i młodzieży.

ST. BRYG. DR INŻ. WOJCIECH JAROSZ – ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej. Doktoryzował się na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Jest kierownikiem Katedry Techniki Pożarniczej na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

DR N. O KULTURZE FIZYCZNEJ ANNA MRÓZ – ukończyła Akademię Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Pracuje w Zakładzie Fizjologii AWF w Warszawie. Zajmuje się fizjologią wysiłku fizycznego.

ANDRZEJ WIŚNIEWSKI, MD WITH A POST-DOCTORAL DEGREE – graduated from the Faculty of Medicine of the Medical Academy in Warsaw. In the years 1989–2003 he was Assistant Lecturer and later Assistant Professor at the Endocrinology Clinic of the Children’s Memorial Health Institute. He is a researcher at the Central Research Laboratory of the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw. His research focussed on the physiology of physical exercise and the physical development of children and adolescents.

WOJCIECH JAROSZ, SENIOR BRIG. PH.D. ENG. graduated from the Main School of Fire Service. He obtained his DSc degree from the Faculty of Environmental Engineering of the Warsaw University of Technology. He is the Head of the Fire Technology Department at the Faculty of Fire Safety Engineering of the Main School of Fire Service

ANNA MRÓZ, PH.D. IN PHYSICAL EDUCATION – A graduate of Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw. Currently employed at the Department of Physiology of the University of Physical Education in Warsaw. Her research interests focus on the physiology of physical exercise.

MGR MARCIN SMOLARCZYK – ukończył Akademię Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Jest asystentem w Zakładzie Lekkoatletyki i Gier Sportowych AWF w Warszawie, trenerem piłki ręcznej z tytułem European Handball Federation Master Coach oraz trenerem Klubu Piłki Ręcznej Legionowo i reprezentacji Polski juniorów młodszych.

DR N. O KULTURZE FIZYCZNEJ ANNA CZAJKOWSKA – ukończyła Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Pracuje w Zakładzie Teorii Rekreacji Wydziału Turystyki i Rekreacji Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Zajmuje się fizjologią wysiłku fizycznego.

DR ANDRZEJ MAGIERA – ukończył Akademię Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Pracuje w Zakładzie Fizjologii Wydziału Rehabilitacji AWF w Warszawie. Specjalizuje się w zagadnieniach dotyczących fizjologicznych uwarunkowań aktywności fizycznej osób niepełnosprawnych oraz komputerowego wspomaganie oceny wydolności fizycznej. Jest współautorem Systemu Oceny Zdolności Wysiłkowej (CAE, sterowanie obciążeniem wysiłkowym przez częstość skurczów serca).

MGR PRZEMYSŁAW KOWALCZYK – ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej w Warszawie. Pracuje na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego SGSP.

MGR DAGMARA ZIMMERMAN-RYSZ – ukończyła Wydział Chemii na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie oraz Wydział Wychowania Fizycznego w Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie Filia w Białej Podlaskiej. Jest doktorantką w Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie.

PLK W ST. SP. PROF. DR HAB. N. MED. MAREK KOWALCZYK – ukończył Wojskową Akademię Medyczną w Łodzi. Jest specjalistą w zakresie neurologii i toksykologii. W latach 1992–2009 był Naczelnym Specjalistą Wojskowej Służby Zdrowia w dziedzinie toksykologii klinicznej. Kieruje projektem NCBiR DOB-BIO6/05/54/14. Jest autorem i współautorem licznych prac naukowych z zakresu neurofarmakologii, neurotoksykologii i neurofizjologii, w tym książek: *NBC Risks* (Kluwer Academic Publisher Netherlands, 1999), *Epidemiologia działań wojennych i katastrof* (Wydawnictwo Medyczne Alfa-Medica Press, 2001), *Medycyna katastrof chemicznych* (PZWL, 2004), *Toksykologia współczesna* (PZWL, 2005), *Aktualne problemy immunodiagnostyki i immunotoksykologii* (SPW Edycja, 2007) oraz *Mózg a stres* (Wydawnictwo Platan, 2009).

MARCIN SMOLARCZYK, M.SC. – graduated from the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw. Assistant lecturer at the Department of Athletics and Sports Games of the University of Physical Education in Warsaw, handball coach with the European Handball Federation Master Coach title, training the Legionowo Handball Club and Poland's under-17 national handball team.

ANNA CZAJKOWSKA, PH.D. IN PHYSICAL EDUCATION – graduated from the Faculty of Biology of the University of Warsaw. She is currently employed at the Department of Recreation Theory of the Faculty of Tourism and Recreation, the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw. In her research she deals with the physiology of physical exercise.

ANDRZEJ MAGIERA, PH.D. – graduated from the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw. Currently employed at the Department of Physiology of the Faculty of Rehabilitation, the University of Physical Education in Warsaw. He specialises in the physiological determinants of physical activity of disabled people and computer-assisted assessment of physical efficiency. A co-author of the Exercise Capacity Assessment System (CAE, heart-rate-regulated physical effort).

PRZEMYSŁAW KOWALCZYK, M.SC. – a graduate of the Main School of Fire Service in Warsaw. Works at the Faculty of Fire Safety Engineering of the Main School of Fire Service.

DAGMARA ZIMMERMAN-RYSZ, M.SC. – graduated from the Faculty of Chemistry of the Maria Curie-Skłodowska University in Lublin and the Faculty of Physical Education of the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, Branch in Biała Podlaska. A D. Sc. student at the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw.

RET. COL. PROFESSOR MAREK KOWALCZYK, MD WITH A POST-DOCTORAL DEGREE – graduated from the Military Medical Academy in Łódź. A specialist in neurology and toxicology. In 1992–2009 he was the Chief Specialist of the Military Healthcare Service in clinical toxicology. He manages project DOB-BIO6/05/54/14 of the National Centre for Research and Development. He has authored and co-authored a number of scientific studies in neuropharmacology, neurotoxicology and neurophysiology, including: *NBC Risks* (Kluwer Academic Publisher Netherlands, 1999), *Epidemiologia działań wojennych i katastrof* (Epidemiology of military operations and disasters) (Wydawnictwo Medyczne Alfa-Medica Press, 2001), *Medycyna katastrof chemicznych* (Medicine of chemical disasters) (PZWL, 2004), *Toksykologia współczesna* (Modern toxicology) (PZWL, 2005), *Aktualne problemy immunodiagnostyki i immunotoksykologii* (Current issues in immunodiagnosics and immunotoxicology) (SPW Edycja, 2007) and *Mózg a stres* (The brain and stress) (Wydawnictwo Platan, 2009).