

MAGDALENA ZEGAN, EWA MICHOTA-KATULSKA, MAŁGORZATA LEWANDOWSKA, IWONA BONIECKA

Rola podejmowanej aktywności fizycznej w profilaktyce oraz wspomaganiu leczenia otyłości oraz cukrzycy typu 2

The role of physical activity in prevention and support for the treatment of obesity and type 2 diabetes

Zakład Żywienia Człowieka, Warszawski Uniwersytet Medyczny

KEYWORDS

physical activity, selected disease units, disease prevention, support for disease treatment

SUMMARY

The benefits to the body associated with taking regular physical activity, were seen in ancient times. Doctors – Hippocrates or Galen were known for their love for the movement and for their confidence in its positive health effects. However, only in the second half of the past century has there been a breakthrough in the field of motion activity research. According to the source literature, regular physical activity is associated with an increase of body fitness and a number of beneficial adaptations that occur in it, including: lowering systolic and diastolic blood pressure, cardiac economics, muscle and bone mass increase, improvement in glucose tolerance and lipid profile. As a result, regular physical activity plays an important role in the prevention of diseases such as hypertension, cerebrovascular disease, obesity, diabetes, metabolic syndrome, cancer (e.g. colon), osteoporosis, joint degeneration, or in supporting the course of treatment process of selected medical units. From this point of view, it seems very important to promote regular, increased physical activity, individually selected taking into account possible health contraindications, all the more, current civilization progress, in addition to undoubted benefits, entails a number of negative societal behaviors, including excessive energy intake from consumed foods, which, while observed reduced movement activity, may consequently favor the development of diseases in this context.

WSTĘP

Rozwój cywilizacyjny oprócz ułatwiania codziennego życia niesie za sobą wiele negatywnych konsekwencji, m.in. nieprawidłowe zachowania żywieniowe przy równoczesnym ograniczeniu aktywności ruchowej. W badaniu GUS (1) nt. uczestnictwa Polaków w sporcie i rekreacji wykazano, że odsetek osób aktywnych wynosił 46%. Wysiłek fizyczny niezależnie od jego regularności częściej podejmowali mężczyźni (49%) niż kobiety (43%). Do najbardziej aktywnych fizycznie należały dzieci oraz młodzież do 20. roku życia (w grupach tych wynosiła ona około 70%), do najmniej aktywnych osoby w wieku 60 lat i więcej (25%). Również badania Diagnozy Społecznej (2) czy Badania Aktywności Fizycznej Polaków (3) potwierdzają, że osób podejmujących regularną aktywność fizyczną jest niewiele i odsetek ten maleje wraz z wiekiem. Natomiast trzeba pamiętać, że zgodnie z danymi Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization – WHO) (4) niedostateczna aktywność

fizyczna jest czwartym w kolejności czynnikiem ryzyka przedwczesnych zgonów na świecie.

Wysiłek podejmowany systematycznie stymuluje aktywność organizmu, sprzyja profilaktyce wielu chorób, wspomaga przebieg procesu ich leczenia. Regularna aktywność fizyczna odgrywa rolę w profilaktyce choroby niedokrwiennej serca (5). Odpowiednio zaplanowany wysiłek zapobiega: nadciśnieniu tętniczemu, chorobom naczyniowym mózgu, otyłości, cukrzycy, zespołowi metabolicznemu, nowotworom (np. okrężnicy), osteoporozie, zwyrodnieniu stawów (6). Dowody naukowe potwierdzają korzyści płynące z częstego podejmowania wysiłku fizycznego przy leczeniu depresji (7), możliwego działania wspomagającego względem leków antydepresyjnych (8). Z tych przyczyn, aktywność fizyczną zalicza się do jednych z najbardziej ekonomicznych oraz wymiernych w skutkach sposobów pozwalających na profilaktykę oraz wspomaganie leczenia chorób przewlekłych, a także cieszenie się pełnym zdrowiem (6). Celem publikacji

było wskazanie roli aktywności fizycznej w odniesieniu do profilaktyki oraz wspomagania leczenia otyłości oraz cukrzycy typu 2 w oparciu o przegląd literatury podmiotu.

ROLA AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ W PREWENCJI I LECZENIU OTYŁOŚCI

Otyłość zaliczana jest do chorób przewlekłych. Jest ona najczęściej konsekwencją niewspółmiernie wysokiej podaży energii dostarczonej ze spożywanych pokarmów względem dziennego wydatku energetycznego (9). Wskaźnik BMI (ang. *body mass index* – iloraz masy ciała w kilogramach i kwadratu wzrostu w metrach) stosowany jest jako jedna z metod oceny masy ciała, gdzie wartość w granicach 25-29,9 kg/m² świadczy o nadwadze, zaś BMI powyżej 30 kg/m² o otyłości. Wskaźnik ten nie oszacowuje rzeczywistej zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie, jest on niewskazany np. dla osób w wieku podeszłym, kobiet ciężarnych, dzieci bądź osób o atletycznej budowie ciała. Obwód talii to kolejny wskaźnik otyłości. Wartość powyżej 88 cm u kobiet i powyżej 102 cm u mężczyzn wskazuje na otyłość (6). Ze względu na miejsce odkładania się nadmiernej ilości tkanki tłuszczowej otyłość dzieli się na: gynoidalną (pośladkowo-udowa), bardziej charakterystyczną dla kobiet, oraz androidalną (brzuszną) – typową dla mężczyzn. W celu określenia typu otyłości oblicza się wskaźnik talia/biodra (ang. *waist to hip circumference ratio* – WHR). Wartości WHR powyżej 0,8 dla kobiet i powyżej 1 dla mężczyzn potwierdzają otyłość typu androidalnego, wartości poniżej 0,8 dla kobiet i poniżej 1 dla mężczyzn potwierdzają otyłość typu gynoidalnego (10). Elementem postępowania leczniczego u osób z otyłością jest dążenie do redukcji nadmiernej masy ciała. Optymalnym jest obniżenie o min. 5-10% masy wyjściowej w czasie 3-6 miesięcy. Warunkuje to dzienny deficyt energetyczny w granicach 500-1000 kcal, czyli tygodniowy spadek masy ciała o 0,5-1 kg (6). Zalecana aktywność fizyczna obejmuje: marsze, marszobiegę oraz truchty, ćwiczenia wykonywane w odciążeniu, do których należą sporty wodne, takie jak kajakarstwo i wioślarstwo, a także zajęcia na basenie. Aktywność taka jest pożądana z uwagi na działanie ochronne wobec stawów, a w przypadku pływania bądź aerobiku wodnego – wykorzystywania oporu stawianego przez

wodę. Rekomendowany jest wysiłek ogólnorozwojowy, ponieważ wrażliwość komórek poddawanych aktywności fizycznej na czynniki lipolityczne nie jest we wszystkich partiach ciała taka sama. Wskazuje się tutaj na dużą podatność na działanie amin katecholowych podskórnej tkanki tłuszczowej odkładanej w obrębie brzucha. Osobę otyłą należy zachęcać do codziennej aktywności, czas trwania ćwiczeń należy rozpocząć od 15 minut, stopniowo je wydłużając (6, 11). Aktywność fizyczną rekomendowaną dla osób z otyłością przedstawiono w tabeli 1.

Według Zahorskiej-Markiewicz (12) korzyści z treningu w aspekcie redukcji masy ciała to dodatkowo: redukcja bólu w okolicach kręgosłupa i stawów, poprawa wydolności i sprawności fizycznej, a także lepsze samopoczucie i wzrost samooceny. Według badań (13-15) zwiększenie aktywności wpływa na profilaktykę otyłości, dodatkowo sprzyjając ogólnej wydolności organizmu. Trening osoby otyłej powinno uzupełniać odpowiednie postępowanie dietetyczne. Optymalna aktywność fizyczna warunkuje przyrost masy mięśniowej, co automatycznie zapobiega jej stratom (tym samym obniżeniu podstawowej przemiany materii pacjenta) podczas stosowania diety niskokalorycznej. W przeglądzie 29 randomizowanych badań (16) dotyczących leczenia otyłości poprzez zwiększony wysiłek fizyczny, dietę niskokaloryczną bądź połączenie obu tych metod, wykazano, że największy ubytek masy ciała był obserwowany w przypadku łącznego zastosowania racjonalnego żywienia z ograniczeniem podaży energii oraz podejmowania wzmoczonej aktywności fizycznej z uwzględnieniem czterech aspektów: częstości, intensywności, czasu trwania oraz rodzaju wysiłku. Dodatkowo w badaniach wykazano (17-19), że redukcji masy ciała towarzyszą zazwyczaj korzystne zmiany metaboliczne. Zmniejszenie masy ciała już o 5-15% wpływa na spadek stężenia cholesterolu całkowitego i stężenia cholesterolu LDL, ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi, a także stężenia glukozy na czczo i insuliny. Dodatkowo według Jegier (6) następuje wzrost wrażliwości tkanek na insulinę, zmniejszenie insulinooporności, wzrost wrażliwości tkanki tłuszczowej na czynniki lipolityczne, podwyższenie aktywności lipazy lipoproteinowej oraz zmniejszenie wielkości adypocytów.

Niezwykle ważne jest podejmowanie działań profilaktycznych już u dzieci poprzez kształtowanie właściwych

Tab. 1. Aktywność fizyczna zalecana osobom z otyłością (6)

Częstość	powyżej 5 razy w tygodniu
Intensywność	najpierw umiarkowana – 40-60% rezerwy wysiłkowej, następnie można rozważyć zwiększenie intensywności – 50-70% rezerwy wysiłkowej
Czas trwania	30-60 min/dzień wysiłku o umiarkowanej intensywności (150-300 min/tydz.) bądź 150 min/tydz. o dużej intensywności lub kombinacja obu rodzajów wysiłków
Rodzaj wysiłku	dynamiczny, tlenowy, obejmujący duże partie mięśniowe, uzupełniony ćwiczeniami oporowymi
Zasady treningu	zawsze powinien się rozpoczynać rozgrzewką, a kończyć ćwiczeniami wyciszającymi

zachowań zarówno żywieniowych, jak i tych związanych z systematyczną aktywnością. Według wytycznych WHO (20) dla dzieci w wieku 5-17 lat zaleca się dzienną aktywność fizyczną w wymiarze co najmniej 60 minut. Najbardziej pożądaną formą ruchu są wysiłki od umiarkowanej do energicznej intensywności. Duży nacisk w profilaktyce otyłości kładzie się też na eliminowanie spędzania wolnego czasu na oglądaniu telewizji bądź graniu na urządzeniach elektrycznych (20). Zalecenia te są szczególnie ważne dla osób będących w tzw. grupie ryzyka rozwoju otyłości. Do czynników predysponujących do wystąpienia otyłości należą np.: niska masa urodzeniowa, otyłość u obojga rodziców, palenie wyrobów tytoniowych przez matkę w czasie ciąży, cukrzyca typu 1 w okresie młodzieńczym bądź obciążenie genetyczne (21). W przypadku obciążenia genetycznego pojawiły się doniesienia świadczące o wpływie aktywności fizycznej na regulację otyłości. Możliwym mechanizmem jej działania jest zmiana ekspresji genów warunkujących masę ciała – gen *FTO*, w największym stopniu odpowiedzialny za otyłość wśród innych dotąd poznanych. Występowanie polimorfizmu genu *FTO* zwiększa tendencję do przyrostu masy ciała oraz wartości BMI, wskazuje to m.in. na potrzebę podejmowania zwiększonej aktywności fizycznej w kontekście redukcji masy ciała (22).

ROLA AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ W PREWENCJI I LECZENIU CUKRZYCY TYPU 2

Cukrzyca to choroba przewlekła, charakterystyczne jest dla niej występowanie hiperglikemii, której przyczyną jest nieprawidłowe wydzielanie i/lub działanie insuliny. Chroniczna hiperglikemia skutkuje zaburzeniami czynności oraz niewydolności narządów, np.: nerek, oczu, serca, naczyń krwionośnych oraz nerwów (23). U pacjentów niezdiagnozowanych choroba niejednokrotnie rozpoznawana jest ze względu na pojawianie się pierwszych powikłań. Wtedy rokowania chorego są już dużo gorsze (24). Wyróżnia się cukrzycę typu 1 oraz 2. Niebezpieczeństwo pojawienia się cukrzycy typu 2 wzrasta wraz z wiekiem, występowaniem cukrzycy w czasie ciąży, a także predyspozycjami genetycznymi. Szczególnie istotnymi są czynniki, którym można w dużym stopniu zapobiegać. Wykazano bowiem, że otyłość, nadciśnienie tętnicze, dyslipidemia, a także brak aktywności ruchowej stanowią ważne determinanty jej rozwoju (23). Leczenie dietetyczne, podejmowanie regularnego wysiłku fizycznego, farmakoterapia oraz edukacja chorych to komponenty postępowania w zapobieganiu oraz leczeniu osób chorych na cukrzycę (6).

Na podstawie przeglądu publikacji naukowych Aune i wsp. (25) zaobserwowali, że każdy rodzaj zwiększonej aktywności fizycznej wpływał (przeciętnie o 35%) na znaczny spadek ryzyka wystąpienia cukrzycy typu 2. Wyniki tego przeglądu znajdują potwierdzenie w analizach przeprowadzonych przez Brown i wsp. (26), zgodnie z którymi występuje ujemny wpływ podejmowanej aktywności fizycznej

na ryzyko zachorowania na cukrzycę typu 2 u kobiet. Zależność taka jest niejednoznaczna jedynie u kobiet ciężarnych. Wysiłek fizyczny obok diety wpływa na kontrolowanie gospodarki węglowodanowej, co ma swoje podłoże w procesach fizjologicznych. Mięśnie szkieletowe podczas wykonywanej pracy wykorzystują jako źródło energii trójglicerydy oraz glikogen w nich zmagazynowane. Następnie czerpane są wolne kwasy tłuszczowe pochodzące z tkanki tłuszczowej oraz dostarczana z wątroby glukoza. Aktywność fizyczna zwiększa kilkakrotnie w stosunku do spoczynku pobór węglowodanów, wykazuje ona działanie „insulinopodobne” (ang. *insulin-like effect*). U osób regularnie ćwiczących występuje mniejsze stężenie hormonu we krwi, co wynika z zahamowania jego produkcji przez trzustkę oraz wzrostu tempa wychwytu i rozkładu w tkankach. Szczególnie w czasie potreningowym podnosi się wrażliwość mięśni na insulinę. Ułatwia to resyntezę zapasów glikogenu (6). W badaniach Dunstana i wsp. (27) zaobserwowano obniżenie stężenia glukozy na czczo oraz insuliny u chorych na cukrzycę typu 2 po 8 tygodniach treningu, w porównaniu do grupy niećwiczącej. Wskazuje to na lepszą tolerancję glukozy pomimo niższego stężenia samej insuliny. Zauważono (28), że dla osób otyłych z nieprawidłową tolerancją glukozy charakterystyczna jest dysfunkcja pracy mitochondriów, co pozwala wiązać ten stan z insulinoopornością. Zarówno u zdrowych ludzi, jak i u zwierząt odnotowuje się zwiększoną ekspresję czynnika transkrypcyjnego (PGC-1a), koordynującego ekspresję wielu genów odpowiedzialnych za procesy oksydacyjne w mitochondriach (29) w związku z podejmowaną aktywnością fizyczną (30), zaś obniżoną u diabetyków (6). W badaniu na myszach (29) wykazano korzystny efekt PGC-1a w odniesieniu do liczby mitochondriów w mięśniach oraz białek transportujących glukozę GLUT-4. Słusznym wydaje się więc wdrażanie technik zwiększających ekspresję PGC-1a u osób z opornością na insulinę, ze względu na prawdopodobne działanie wspomagające regulację stężenia glukozy we krwi (31). Lepiej poznany jest zaś mechanizm oddziaływania aktywności fizycznej na wspomniane białko transportujące glukozę. Fushiki i wsp. (32) dowiedli, że systematyczna aktywność fizyczna zwiększa liczbę białek transportujących GLUT-4. Oprócz samej ilości transporterów, poprawie ulega szybkość ich poruszania. Powoduje to efektywniejszy dowóz substratów energetycznych do komórek oraz optymalizację stężenia cukrów we krwi (6). Parametrem pozwalającym na określenie średniej glikemii pacjenta w okresie 10-12 tygodni przed dokonaniem oznaczenia jest odsetek hemoglobiny glikowanej (HbA1c) (33). Umpierre i wsp. (34) dokonali przeglądu badań dotyczących wpływu wysiłku fizycznego na hemoglobinę glikowaną u osób z cukrzycą typu 2. Stwierdzono, że ćwiczenia, składające się z treningu aerobowego, treningu oporowego lub kombinacji ich obu, wiązały się z obniżeniem HbA1c u pacjentów z cukrzycą typu 2.

Warunkiem podjęcia wysiłku fizycznego jest wyrównanie cukrzycy. Przed przystąpieniem do systematycznego

treningu fizycznego osoba z cukrzycą typu 2 powinna poddać się kwalifikacji medycznej, a w czasie trwania treningu badaniom kontrolnym (6). Rodzaj aktywności fizycznej u osób z cukrzycą typu 2 należy dostosowywać do wieku, czasu trwania choroby oraz jej ewentualnych powikłań. Najbardziej optymalnym rozwiązaniem są ćwiczenia systematycznie, najlepiej codziennie. Również wrażliwość na insulinę, w zależności od trwania i rodzaju ćwiczeń, utrzymuje się przez około 24-72 godziny (35). Dlatego też według Amerykańskiego Towarzystwa Diabetologicznego (American Diabetes Association – ADA) sugeruje się, aby przerwy między podejmowaną aktywnością fizyczną nie były dłuższe niż 2 dni (tab. 2) (36). Przeciwwskazaniami do podejmowania regularnego wysiłku fizycznego są niewyrównana cukrzyca i/lub występowanie późnych powikłań (6).

Prewencja cukrzycy typu 2 ściśle związana jest ze zmianą trybu życia. The Da Qing IGT and Diabetes Study było pierwszym randomizowanym badaniem oceniającym tę zależność. Wzięło w nim udział 577 osób z nieprawidłową tolerancją glukozy. Uczestnicy przydzieleni zostali do grup, w których wprowadzono: samą dietę lub ćwiczenia, kombinację diety i ćwiczeń bądź nie zmieniono nic. Po 6 latach obserwacji częstotliwość występowania cukrzycy w grupach: kontrolnej wynosiła 68%, z interwencją żywieniową – 44%, z samą aktywnością fizyczną – 41%, a w ostatniej – 46%. Dostarcza to zatem dowodów, że zarówno dieta, jak i ćwiczenia mogą być skuteczne w prewencji cukrzycy (37). W badaniu The Finnish Diabetes Prevention Study 522 osoby z nadwagą losowo przydzielono do dwóch grup. W pierwszej celem było: zmniejszenie masy ciała o co najmniej 5%, wykonywanie umiarkowanej aktywności fizycznej minimum przez 30 minut dziennie, ograniczenie ilości spożywanych tłuszczów nasyconych oraz zwiększenie zawartości błonnika w diecie. Po 3 latach częstotliwość występowania cukrzycy w grupie kontrolnej wynosiła 23%, zaś w grupie interwencyjnej o ponad połowę mniej (11%) (38). W podobnym randomizowanym badaniu The U.S. Diabetes Prevention Study 3234 osoby z nieprawidłową tolerancją glukozy przydzielone zostały do zespołów, w których: podawano metforminę, placebo, wdrożono umiarkowany wysiłek fizyczny (co najmniej 150 minut tygodniowo) oraz dietę niskoenergetyczną o zredukowanej zawartości

tłuszczów. Po upływie prawie 3 lat stwierdzono, że ryzyko zachorowania na cukrzycę u osób zażywających metforminę zmalało o 31%, zaś u tych, którzy zmienili styl życia, o 58% w porównaniu do grupy przyjmującej placebo. Można na tej podstawie wyciągnąć wnioski, że dieta i ćwiczenia są istotnie bardziej efektywne w zapobieganiu rozwojowi cukrzycy niż sama farmakoterapia (39).

PODSUMOWANIE

To, że aktywność fizyczna wywiera pozytywne działanie na zdrowie, wiadomo nie od dzisiaj. Najlepszym tego dowodem są słowa XVII-wiecznego francuskiego filozofa Blaise'a Pascala: „Ruch jest życiem, a bezruch umiarem”. Pomimo tego, współcześnie obserwować można duże trudności w sprostaniu założeniom zdrowego stylu życia. Na uwagę zasługuje w tym aspekcie niekorzystna zmiana sposobu żywienia. Wynika ona z nadwyzczaj łatwego dostępu do pokarmu, a w tym produktów wysokoprzetworzonych, o niewspółmiernie wysokiej kaloryczności względem ich wartości odżywczej. Istotnym jest też fakt prowadzenia przez rzeszę ludzi siedzącego trybu życia, argumentowanego pośrednio olbrzymim postępem technologicznym odnotowanym na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat. Wszystkie owe „zdobycze” dzisiejszej cywilizacji, oprócz niezbitego wkładu w czynienie życia łatwiejszym, a zapewne zdaniem niektórych też przyjemniejszym, doprowadziły do istnej pandemii niezakaźnych chorób cywilizacyjnych.

Aktywność fizyczna, a w szczególności ta uprawiana systematycznie w połączeniu z racjonalną dietą, chroni przed rozwojem chorób, takich jak: otyłość czy cukrzyca typu 2. Jej dobroczynne działanie na organizm ludzki wynika z wielu zmian przystosowawczych, które mają miejsce w organizmie osoby ćwiczącej. Pomimo że jest to obszar nauki dość dobrze poznany, niektóre mechanizmy, istotne z punktu widzenia profilaktyki i leczenia danych jednostek chorobowych, nie są jednoznaczne. Zdobyć pełniejszej wiedzy w tym zakresie pozwoliłoby tym samym na udoskonalenie istniejących zaleceń, szczególnie odnośnie utrzymania masy ciała na stałym poziomie po zakończeniu kuracji odchudzającej.

Należy też dodać, że aktywność fizyczna tak jak każdy lek powinna być indywidualnie dobierana do potrzeb osoby ćwiczącej oraz uwzględniać zarówno jej stan zdrowia, jak

Tab. 2. Aktywność fizyczna zalecana dla osób z cukrzycą (6, 36)

Częstość	dopuszczalne 2 dni przerwy pomiędzy sesjami treningowymi, najlepiej codzienna aktywność
Intensywność	umiarkowana
Czas trwania	20-60 minut, powyżej 60 minut wzrasta ryzyko hipoglikemii
Rodzaj wysiłku	wysiłki tlenowe, izotoniczne 4-7 razy/tydz., np. marsz, trucht na miękkim podłożu, gry zespołowe wysiłki oporowe 2-3 razy/tydz. wysiłki statyczne są przeciwwskazane
Zasady treningu	zawsze powinien się rozpoczynać rozgrzewką, a kończyć ćwiczeniami wyciszającymi

i preferencje względem danej formy ruchu. Analogicznie, jak w przypadku farmakoterapii, trzeba również liczyć się z potencjonalnymi skutkami ubocznymi. W tej sytuacji jednakże podjęcie właściwych środków zapobiegawczych obniża to ryzyko do minimum.

Podsumowując, wysiłek fizyczny oraz racjonalna dieta powinny być nieodłącznymi elementami zdrowego stylu życia. Wchodząc w nawyk jak najwcześniej, pomagają w prewencji chorób oraz leczeniu schorzeń już zdiagnozowanych.

**KONFLIKT INTERESÓW
CONFLICT OF INTEREST**

Brak konfliktu interesów
None

ADRES DO KORESPONDENCJI

Magdalena Zegan
Zakład Żywności Człowieka
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Ciołka 27, 01-445 Warszawa
tel. +48 (22) 836-09-13
mzegan@wum.edu.pl

PIŚMIENNICTWO

1. Uczestnictwo Polaków w sporcie i rekreacji ruchowej w 2012 r. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
2. Czapiński J, Panek T (red.): Diagnostyka Społeczna 2015. Warunki i jakość życia Polaków. Rada Monitoringu Społecznego, Warszawa 2015.
3. Baran J, Lis M, Magda I: Badanie Aktywności Fizycznej Polaków. [W:] Ocena korzyści społecznych inwestycji w odniesieniu do ponoszonych kosztów. Raport. Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa 2016: 16-20.
4. Global Status Report on noncommunicable diseases 2014, WHO 2014: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf?ua=1.
5. Drygas W: Czy „siedzący” styl życia nadal stanowi zagrożenie dla zdrowia społeczeństwa polskiego? *Med Sport* 2006; 22: 111-116.
6. Jegier A: Regularna aktywność fizyczna jako ważny element promocji zdrowia i prewencji chorób przewlekłych. [W:] Jegier A, Krawczyk J (red.): Wybrane zagadnienia medycyny sportowej. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2012: 52-72.
7. Babyak M, Blumenthal JA, Herman S et al.: Exercise treatment for major depression. Maintenance of therapeutic benefits at 10 months. *Psychosom Med* 2000; 62: 633-638.
8. Hoffman BM, Babyak MA, Craighead WE et al.: Exercise and pharmacotherapy in patients with major depression: one-year follow-up of the SMILE study. *Psychosom Med* 2011; 73: 127-133.
9. Saris HM, Blair SN, van Baak MA et al.: How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev* 2003; 4: 101-114.
10. Charzewska J: Badania antropometryczne. [W:] Gawęcki J (red.): Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2017: 534-542.
11. Nazar K, Kaciuba-Uściłko H: Aktywność ruchowa w zapobieganiu i leczeniu otyłości. [W:] Górski J (red.): Fizjologiczne aspekty wysiłku fizycznego. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2006: 538-540.
12. Zahorska-Markiewicz B: Skuteczność aktywności fizycznej w leczeniu otyłości. *Polskie Forum Profilaktyki Chorób Układu Krążenia* 2008; 3: 6.
13. Baker A, Sirois-Leclerc H, Tulloch H: The Impact of Long-Term Physical Activity Interventions for Overweight/Obese Postmenopausal Women on Adiposity Indicators, Physical Capacity, and Mental Health Outcomes: A Systematic Review. *J Obesity* 2016; 2016: 6169890.
14. Rashad I: Cycling: an increasingly untouched source of physical and mental health. *NBER* 2007.
15. Lakdawalla D, Philipson T: Labor supply and weight. *J Hum Resour* 2007; 42(1): 85-116.
16. Wing R: Physical activity in the treatment of the adulthood overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sport Exer* 1999; 31: 547-552.
17. Martin CK, Das SK, Lindblad L et al.: Effect of calorie restriction on the free-living physical activity levels of nonobese humans: results of three randomized trials. *J Appl Physiol* 2011; 110: 956-963.
18. Chaston TB, Dixon JB: Factors associated with percent change in visceral versus subcutaneous abdominal fat during weight loss: findings from a systematic review. *Int J Obesity* 2008; 32: 619-628.
19. O’Keefe JH, Gheewala NM, O’Keefe JO: Dietary strategies for improving post-prandial glucose, lipids, inflammation, and cardiovascular health. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51: 249-255.
20. Global Recommendations on Physical Activity for health, WHO 2011. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/leaflet-physical-activity-recommendations.pdf?ua=1>.
21. Lobstein T, Baur L, Uauy R: Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; 5: 4-85.

22. Kilpelainen TO, Qi L, Brage S et al.: Physical activity attenuates the influence of FTO variants on obesity risk: a meta-analysis of 218,166 adults and 19,268 children. *PLOS Med* 2011; 8: 1-14.
23. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2016. *Diabetol Klin* 2017; 5 (supl. A): 1-76.
24. Diabetes Atlas. 7th ed. IDF 2015. <http://www.diabetesatlas.org/resources/2015-atlas.html>.
25. Aune D, Norat T, Leitzmann M, Tonstad S: Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 2015; 30(7): 529-542.
26. Brown WJ, Burton NW, Rowan PJ: Updating the evidence on physical activity and health in women. *Am J Prev Med* 2007; 33(5): 404-411.
27. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ et al.: Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pr* 1998; 40: 53-61.
28. Lowell BB, Shulman GI: Mitochondrial dysfunction and type 2 diabetes. *Sci* 2005; 307: 384-387.
29. Lin J, Wu H, Tarr PT et al.: Transcriptional co-activator PGC-1 α drives the formation of slow-twitch muscle fibres. *Nature* 2002; 418: 797-801.
30. Baar K, Wende AR, Jones TE et al.: Adaptations of skeletal muscle to exercise: rapid increase in the transcriptional coactivator PGC-1. *FASEB J* 2002; 16: 1879-1886.
31. Short KR: Regulation of glycemic control by physical activity: a role for mitochondria? *Diabetes Care* 2010; 33: 2692-2696.
32. Fushiki T, Wells JA, Tapscott EB, Dohm GL: Changes in glucose transporters in muscle in response to exercise. *Am J Physiol* 1989; 256: 580-587.
33. Sztefko K: Hemoglobina glikowana – problemy analityczne. *J Lab Diagnostics* 2012; 48: 303-311.
34. Umpierre D, Ribeiro PAB, Kramer CK et al.: Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011; 305: 1790-1799.
35. Wallberg-Henriksson H, Rincon J, Zierath JR: Exercise in the management of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sport Med* 1998; 25: 25-35.
36. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH et al.: Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2006; 29: 1433-1438.
37. Pan XR, Li GW, Hu YH et al.: Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 1997; 20: 537-544.
38. Lindstrom J, Louheranta A, Mannelin M et al.: The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care* 2003; 26: 3230-3236.
39. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE et al.: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002; 346: 393-403.

nadesłano: 08.11.2017

zaakceptowano do druku: 29.11.2017