

Aktywność fizyczna w zapobieganiu chorobom układu krążenia (ChUK) Physical activity in the prevention of cardiovascular diseases (CVD)

Tadeusz P. Żarski, Alicja Gorący

Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki, Pruszków

Streszczenie

Dostępne dowody naukowe wskazują, że regularne ćwiczenia fizyczne działają profilaktycznie w chorobach układu krążenia, co skutkuje niższymi wskaźnikami śmiertelności. Odpowiednia aktywność fizyczna może być cennym narzędziem terapeutycznym i profilaktycznym w chorobach układu sercowo-naczyniowego, choroby wieńcowej, nadciśnienia tętniczego, wrodzonych chorób serca, chorób naczyń obwodowych, otyłości, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (pochp), cukrzycy, chorób mięśni szkieletowych, schyłkowej niewydolności nerek, stresu, lęku i depresji, nowotworów itp. Regularna aktywność fizyczna, niezależnie od innych czynników, zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia choroby niedokrwiennej serca i przedwczesnej śmierci, a także przyczynia się do kontroli masy ciała.

Słowa kluczowe: aktywność fizyczna, profilaktyka, choroby sercowo-naczyniowe

Summary

The available scientific evidence suggests that the engagement in regular physical activity results in preventing cardiovascular diseases and, in effect, in reduced mortality indices. Appropriate physical activity may be a valuable tool in therapeutic control and rehabilitation in cardiovascular disease, coronary artery disease, hypertension, congenital heart disease, peripheral vascular disease, obesity, chronic obstructive pulmonary disease, diabetes mellitus, musculoskeletal disorders, end-stage renal disease, stress, anxiety and depression, cancers, etc. Irrespectively of other factors, regular physical activity reduces the probability of coronary artery disease and of early death. Physical exercise also contributes to the control of body mass.

Key words: Physical activity; Prevention; Cardiovascular diseases

Wprowadzenie

Wartość sprawności fizycznej i rola aktywności fizycznej znane były już ponad 7000 lat temu, a docenianie ich znaczenia sięga starożytnych cywilizacji chińskich i greckiej. Chociaż ich prestiż zmniejszał się w różnych okresach historii, tak jak na przykład po upadku Cesarstwa Rzymskiego, w okresie Średniowiecza nastawionym na kształtowanie doskonałości ducha, w XX wieku nawet w burzliwych latach dwudziestych, kiedy relaks i przyjemność były najważniejsze, znaczenie aktywności fizycznej było powszechnie uznawane [2,14]. Jednak dane naukowe dokumentujące niezbędną aktywność fizycznej dla utrzymania dobrego stanu zdrowia pojawiają się dopiero na przełomie wieku dziewiętnastego i dwudziestego, kiedy to badania epidemiologiczne pokazały wyraźnie, że osoby nieaktywne fizycznie były bardziej narażone na chorobę wieńcową niż te, które prowadziły aktywny tryb życia.

W 2010 r. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) podała, że brak aktywności fizycznej jest czwartym głównym czynnikiem ryzyka śmierci i stanowi 6% przyczyn zgonów na świecie [24]. Nowsza analiza światowej sytuacji chorobowej wykazuje, że brak aktywności fizycznej wpływa w 6% na częstotliwość występowania choroby wieńcowej serca, w 7% cukrzycy typu 2, w 10% przypadków raka piersi i w 10% przypadków raka jelita grubego. Prowadzący badania doszli do wniosku, że wzrost aktywności fizycznej o 25% w skali świata, pozwoliłby na zmniejszenie w ciągu roku liczby zgonów o ponad 1,3 miliona [24].

W rezultacie, zarówno rządy krajów świata, jak i odpowiednie organizacje pozarządowe zalecają służbie zdrowia prowadzenie przy każdym kontakcie z pacjentem aktywnej edukacji mającej na celu zachęcanie do prowadzenia zdrowego stylu życia, w tym rezygnacji z palenia tytoniu, spożywania alkoholu, stosowania właściwej diety i uprawiania aktywności fizycznej [24].

WHO zaleca, aby wszyscy dorośli stosowali do 30 minut umiarkowanej aktywności codziennie przez najmniej pięć dni w tygodniu, z niewielkimi zmianami tych zaleceń w stosunku do dzieci (poniżej 5 lat) oraz dla osób starszych (w wieku 65+) [24]. Zalecenia te zostały przyjęte w Wielkiej Brytanii, UE i Ameryce Północnej. Dane, na podstawie których zostały sformułowane powyższe zalecenia, opierają się w przeważającej mierze na badaniach epidemiologicznych i obserwacjach świadczących, że wyższy poziom aktywności fizycznej jest przyczyną korzystnych efektów zdrowotnych w badanych populacjach.

Opierając się na przeglądzie światowej literatury przedmiotu postaramy się wskazać dowody, które potwierdzają ważną rolę aktywności fizycznej w profilaktyce i terapii, a także w usprawnianiu osób z chorobami układu krążenia. Jesteśmy przekonani, że może to być cenną wskazówką dla naszych absolwentów kończących studia na kierunku wychowanie fizyczne należące do dziedziny nauk o kulturze fizycznej, będącej składową obszaru nauk medycznych i nauk o zdrowiu.

Aktywność fizyczna i jej rola w profilaktyce chorób układu krążenia

Nadciśnienie tętnicze, zawał mięśnia sercowego, miażdżycy, zaburzenia rytmu serca i schorzenia zastawek serca, koagulopatie (zaburzenia krzepnięcia krwi) i udary mózgu, wspólnie określane są jako choroby układu krążenia (ChUK). Od szeregu lat blisko połowa wszystkich zgonów w naszym kraju spowodowana jest przez ChUK. Jednocześnie od kilku lat obserwuje się poprawę w tym zakresie, tj. spadek częstości zgonów z tej przyczyny. Według danych GUS w 2013 r. choroby układu krążenia były powodem prawie 46% wszystkich zgonów, podczas gdy w pierwszej połowie lat 90. stanowiły ok. 52% ogółu (na początku tego stulecia – prawie 48%) [9]. Pomimo istotnego postępu poczynionego w dziedzinie przeciwdziałania przedwczesnej umieralności z tej przyczyny, nadal powodem 46% zgonów w 2015 r. były choroby układu krążenia, przyczyniając się znacznie do i tak wysokich w stosunku do wielu państw UE wskaźników śmiertelności i zachorowalności, stanowiąc wciąż poważne obciążenie ekonomiczne. Dostrzeżenie wagi tego problemu znalazło odbicie w rekomendacjach Rządowej Rady Ludnościowej [22], w których stwierdzono, że problematyka chorób układu krążenia powinna zajmować priorytetowe miejsce w polityce zdrowotnej państwa i jest niezbędna również z demograficznego punktu widzenia. Spośród ChUK najwięcej zgonów powoduje choroba niedokrwienna serca (w tym zawał mięśnia sercowego) oraz choroby naczyń mózgowych [19].

Choroby układu krążenia zaliczane są do chorób cywilizacyjnych. W dużej części przypadków ich rozwój jest związany z zanieczyszczeniem środowiska oraz nieprawidłowym odżywianiem polegającym na spożywaniu wysoko przetworzonych produktów spożywczych naszpikowanych konserwantami i polepszaczami smaku, produktów zawierających duże ilości tłuszczów nasyconych i tłuszczów trans, przy jednoczesnym ograniczaniu dostarczania niezbędnych dla zdrowia substancji takich jak kwasy tłuszczowe omega-3, witamina E i D czy koenzym Q10. Analizy przypadków wskazują na istnienie przynajmniej jednego z czynników ryzyka związanych z ChUK występujących u pacjentów, takich jak palenie tytoniu, brak aktywności fizycznej, cukrzyca, otyłość, nadciśnienie, brak dziennego spożycia owoców i warzyw oraz czynników psychospołecznych, z powodu których osoby te stają się bardziej podatne na rozwój ciężkich ChUK.

Wyniki ogólnoswiatowych badań dotyczących przypadków kontrolowanych pod nazwą INTERHEART [26] wykazały, że dwoma najważniejszymi czynnikami ryzyka zawału serca jest palenie papierosów i nieprawidłowy stosunek lipidów we krwi (apolipoproteiny B, apolipoproteiny A1), które razem

są przyczyną dwóch trzecich (66%) globalnego ryzyka zawału serca. Dodatkowo siedem czynników ryzyka zawału serca to cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, otyłość brzuszna (stosunek obwodu talii do bioder) [6], czynniki psychospołeczne (depresja i stres), brak dziennego spożycia owoców i warzyw, brak aktywności fizycznej i nadmiar spożytego alkoholu. Autorzy raportu doszli do wniosku, że tych dziewięć czynników jest odpowiedzialnych za 90% przypadków zawału serca u mężczyzn i 94% u kobiet na całym świecie. Podkreślają oni, że zdecydowana większość zawałów mięśnia sercowego może być spowodowana przez dziewięć wyżej wymienionych czynników ryzyka niezależnie od regionu geograficznego, grupy etnicznej, płci i wieku. Wbrew temu, co wcześniej sądzono, skłonność genetyczna nie odgrywa tak ważnej roli w powstawaniu chorób układu krążenia. Dlatego też, jeżeli rodzice lub rodzeństwo ma lub miało chorobę serca, to ich krewni niekoniecznie są skazani na wystąpienie ChUK [26].

Zagadnienie to jest ważne, a możliwość działań profilaktycznych jest realna, dlatego jest to problem wart szczególnej uwagi. Biorąc pod uwagę zakres i częstość występowania ChUK oczywiście jest, że maksyma "*Morbum evitare quam curare facilius est - Lepiej zapobiegać niż leczyć*" – jest najbardziej odpowiednim modelem strategii w rozwiązaniu tego wszechobecnego problemu zdrowotnego.

Głównym celem niniejszego przeglądu jest ocena i porównanie wyników badań epidemiologicznych, eksperymentalnych i klinicznych, analiza raportów na temat wpływu aktywności fizycznej, interwencji dietetycznych na funkcje układu krążenia i zapobiegania ChUK. Działania profilaktyczne powinny być rozpatrywane łącznie, ponieważ istnieje wiele dowodów na to, że występowanie ChUK może być zmniejszone o około 80% poprzez dokonanie zmian w stylu życia. Strategie zapobiegawcze przeciwko ChUK muszą być podejmowane na podstawowym poziomie promocji zdrowia, zanim niektóre z ważnych przyczyn staną się udziałem konkretnego pacjenta lub ogółu społeczeństwa.

Aktywność fizyczna i ćwiczenia fizyczne są częścią życia każdego z nas. Jednakże stopień wysiłku fizycznego jest różny u poszczególnych osób. Liczne badania naukowe bezspornie wskazują na dodatnią korelację pomiędzy aktywnością fizyczną a dobrym stanem zdrowia. Definicje aktywności fizycznej często znacznie się różnią, co powoduje, że wyniki różnych badań są nieporównywalne. Na szczęście, istnieją trzy parametry, które pozostają stosunkowo spójne w określaniu aktywności fizycznej, a mianowicie intensywność, czas trwania i częstotliwość. Intensywność odnosi się do stopnia wysiłku i często jest przedstawiana w procentach pułapu tlenowego – VO_2 max. Czas odnosi się do tego, jak długo dana aktywność jest wykonywana, a częstotliwość odnosi się do tego, ile razy dana aktywność była wykonywana. Wiele badań, które zostały przeprowadzone na świecie i w Polsce, pokazuje zależność między aktywnością fizyczną a ogólnym stanem zdrowia. Wielokrotnie wykazano, że istnieje odwrotna zależność pomiędzy aktywnością fizyczną a występowaniem ChUK (tzn., że zwiększonej aktywności fizycznej towarzyszy mniejsze ryzyko zachorowania na choroby układu krążenia) [1,3,11,15,17,21,26].

Mirat [15] dokonując przeglądu literatury przedmiotu stwierdza, że aktywność fizyczna ma korzystny wpływ na układ sercowo-naczyniowy, zarówno bezpośrednio poprzez poprawę funkcji śródbłonna naczyń, jak i pośrednio poprzez normalizację czynników ryzyka zmian naczyniowych, takich jak dyslipidemia (nieprawidłowe stężenie w surowicy jednej lub więcej frakcji lipoprotein lub ich nieprawidłowy skład), nadciśnienie tętnicze, otyłość oraz poprzez pozytywny wpływ na proces krzepnięcia. Wpływ aktywności fizycznej na układ krążenia objawia się natychmiastowymi zmianami hemodynamiki, ciśnienia krwi i tętna podczas treningu fizycznego. Po pewnym czasie skutki ciągłego treningu objawiają się jako obniżenie tętna, obniżenie ciśnienia krwi, co wskazuje na zwiększenie wydolności fizycznej [23]. Perspektywne, czyli dotyczące przyszłości, badania epidemiologiczne wykazują, że siedzący tryb życia zwiększa dwukrotnie ryzyko wystąpienia nagłej śmierci i schorzeń sercowo-naczyniowych. Aktywność fizyczna powinna być trwała, aby mieć pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy; oznacza to

wykonywanie ćwiczeń 4 do 5 razy w tygodniu w zależności od czasu trwania i natężenia ćwiczeń. W przypadku ćwiczeń na poziomie 60 – 75% wartości maksymalnej pułapu tlenowego (VO_2 max), czas powinien wynosić 30 do 45 minut.

Dane oparte na literaturze wskazują na 20 – 25% niższą śmiertelność po zawale mięśnia sercowego u pacjentów poddanych rehabilitacji z wykorzystaniem ćwiczeń fizycznych. Aktywność fizyczna pacjentów z chorobą niedokrwienną serca musi być zindywidualizowana ilościowo i odbywać się pod kontrolą [3]. U pacjentów z zaburzeniami czynności mięśnia sercowego aktywność fizyczna jest ograniczona poprzez występowanie charakterystycznych objawów takich jak duszność i stenokardia (ból zamostkowy). Pacjenci ci są klasyfikowani do grup o łagodnym, umiarkowanym lub wysokim ryzyku, i na tej podstawie ustala się natężenie aktywności fizycznej, jak również stopień jej kontroli. Ćwiczenia fizyczne muszą być tak intensywne, aby nie przekroczyć zakresu indywidualnej tolerancji i nie mogą przekroczyć granicy wystąpienia charakterystycznych objawów, tj. duszności i nagłych bólów zamostkowych. Systematyczna aktywność fizyczna i trening zwiększają próg tolerancji na wystąpienie tych objawów. Wykazano, że trening fizyczny w kontrolowanych ilościach pozwala na zmniejszenie o 35% względnego ryzyka zgonu i o 28% hospitalizacji w wyniku przewlekłej niewydolności serca. Trening fizyczny jest korzystny dla wszystkich postaci niewydolności serca i zmniejsza wskaźnik śmiertelności poprzez poprawę struktury mięśnia sercowego i ogólnego stanu fizycznego. Nie wolno jednak zapominać o ryzyku NSS u osób z ChUK, które wzrasta podczas niedostosowanych do możliwości pacjenta wysiłkach fizycznych, a także o NSS u młodych sportowców w trakcie zawodów, która pozostaje najbardziej dramatycznym zdarzeniem w sporcie i która jest najczęściej wynikiem nieprawidłowości budowy i pracy serca.

Wpływ aktywności fizycznej na proces krzepnięcia krwi i fibrynolizę

Proces krzepnięcia krwi i fibrynoliza to dwie ważne funkcje fizjologiczne wpływające na powstawanie i rozpad skrzepów w obrębie naczyń krwionośnych. Funkcje te są indukowane przez szereg różnych czynników, które albo hamują lub promują powstawanie skrzepów. Badania stężenia w surowicy markerów tych procesów, takich jak fibrynogen, czynnik VIII, czynnik VII, tkankowy aktywator plazminogenu (t-PA), inhibitor aktywatora plazminogenu typu 1 (PAI-1) czy dimer fibryny D, liczba płytek krwi, mogą nas informować o aktywności hemostazy i fibrynolizy. Równowaga stężenia w surowicy czynników krzepnięcia i fibrynolizy jest ważna, ponieważ może być bezpośrednio skorelowana z ryzykiem schorzeń sercowo-naczyniowych, takich jak udar mózgu czy zawał serca. Czynniki krzepnięcia krwi i fibrynolizy odgrywają kluczową rolę w tworzeniu się zakrzepów i zatorów [4,18,25].

W wielu badaniach oceniano wpływ ćwiczeń fizycznych na proces krzepnięcia krwi i fibrynolizę i ogólnie rzecz biorąc, potwierdzono pozytywne efekty aktywności fizycznej na te dwie ważne funkcje fizjologiczne. El-Sayed i wsp. [7] badali wpływ ćwiczeń fizycznych na stężenie fibrynogenu w osoczu. Okazało się, że aktywność fizyczna w zależności od intensywności znacznie zmniejsza stężenie fibrynogenu w osoczu z 266.3 ± 14.5 mg/dl do 222.2 ± 23.9 mg/dl w czasie ćwiczeń trwających 30 min przy intensywności VO_2 max. Po niższej intensywności treningu na poziomie 75% VO_2 max w tym samym czasie, stężenie fibrynogenu zmniejszyło się z $239,5 \pm 45,4$ mg/dl do $209,7 \pm 42,4$ mg/dl ($p < 0,05$). Wyniki te wskazują na pozytywny wpływ ćwiczeń na stężenie fibrynogenu w osoczu. Im niższe stężenie fibrynogenu, tym mniejsze ryzyko tworzenia się skrzepów, co w konsekwencji zmniejsza potencjalne ryzyko zdarzeń niedokrwiennych serca.

Womack i wsp. [25] badali wiele wskaźników związanych z krzepnięciem i fibrynolizą. Wykazali, że osoby uprawiające regularnie ćwiczenia fizyczne, w porównaniu z niećwiczącymi, wykazują tendencję do bardziej skutecznych procesów fibrynolitycznych i w efekcie zmniejszone ryzyko powstawania skrzepów. U osób niećwiczących potencjał fibrynolityczny jest zmniejszony, o czym świadczy wyższe stężenie

PAI-1, co z kolei może zwiększać ryzyko zakrzepów. Podgórska-Gomulak [18] wykazała zależność nasilenia procesów krzepnięcia od intensywności uprawianej aktywności fizycznej. W wyniku wysiłku fizycznego o nadmiernie wysokiej intensywności zaobserwowano wzrost aktywacji krzepnięcia w połączeniu z procesem fibrynolizy, zaś niewielka intensywność wysiłku skutkowała jedynie zwiększeniem fibrynolizy bez udziału procesów krzepnięcia. Badani przez autorkę zawodnicy poddawani byli działaniu długotrwałych, powtarzalnych wysiłków o bardzo wysokiej intensywności. Nie potwierdzono jednak wzrostu potencjału trombogenicznego.

Biorąc pod uwagę powyższe wyniki możemy przyjąć, że prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń niedokrwiennych lub udaru zmniejsza się w wyniku systematycznych ćwiczeń fizycznych. Wyniki tych badań potwierdzają potrzebę regularnej aktywności fizycznej oraz przedstawiają dowody naukowe na poparcie tezy o zmniejszaniu się ryzyka powstania zakrzepu u osób regularnie ćwiczących. Zmniejszenie ryzyka wytworzenia się skrzepliny u osób aktywnych potwierdzają badane parametry czynników krzepnięcia i fibrynolizy.

Wpływ aktywności fizycznej na fizjologiczną przebudowę naczyń

Powstawanie sieci naczyń krwionośnych jest podstawowym procesem niezbędnym do życia i rozwoju organizmu. Naczynia krwionośne powstają w wyniku dwóch procesów: waskulogenezy – gdy sieć naczyń krwionośnych jest tworzona podczas embriogenezy z komórek zwanych hemangioblastami oraz angiogenezy – gdy naczynia krwionośne, zarówno zarodka, jak i dorosłego organizmu, są tworzone na bazie istniejącego już naczyń [3,5,8].

Sieć kapilarnych naczyń krwionośnych zaopatruje w tlen i substancje odżywcze każdą tkankę i narząd w organizmie. Dlatego też angiogeneza to proces leżący u podstaw powstawania, rozwoju i naprawy tkanek, polegający na ściśle regulowanym wzroście naczyń krwionośnych. Niemal wszystkie funkcjonalne komórki organizmu zlokalizowane są w odległości 30 μm od naczyń krwionośnych. Nagłe zmiany w przepływie krwi są odpowiedzią na zapotrzebowanie tkanek i mają miejsce dzięki zmianom napięcia ściany naczyń (skurcz/rozkurcz). Natomiast długotrwała regulacja w ukrwieniu tkanek może odbywać się dzięki procesowi wzrostu lub regresji naczyń. Angiogeneza obejmuje te dwa procesy.

Rozwój sieci naczyń uważa się za ważny aspekt w onkologii i służy jako strategia terapeutyczna dla zminimalizowania wzrostu nowych naczyń krwionośnych w obrębie nowotworu, co powoduje kurczenie się guza na skutek zmniejszonego dopływu krwi. Jednak ze względu na stan fizjologiczny układu sercowo-naczyniowego, celem przebudowy sieci naczyń jest maksymalizacja angiogenezy, zwiększenie poziomu perfuzji w tkankach i komórkach układu sercowo-naczyniowego, zmniejszając w ten sposób niekorzystne skutki niedokrwienia. Arteriogeneza obejmuje modyfikację istniejących wcześniej tętniczek, a proces ten wpływa na wielkość, długość i średnicę tętniczek [13]. Ostatnio przeprowadzono wiele badań nad określeniem wpływu treningu na przebudowę naczyń. Chociaż badania te zostały przeprowadzone głównie na zwierzętach, wnioski z tych badań odnoszą się także do ludzi.

Miyachi i wsp. [16] wykazali, że ciągła, systematyczna aktywność fizyczna ma wpływ na proces remodelingu, czyli przebudowy naczyń krwionośnych u ludzi. W szczególności dotyczyło to wzrostu powierzchni przekroju poprzecznego (*cross-section area*; CSA) naczyń tętniczych. Badania wykazały 16-procentowy wzrost CSA aorty wstępującej i 24-procentowy aorty brzusznej. Badanie przeprowadzono u 12 zdrowych mężczyzn w wieku od 20 do 24 lat. Wzrost CSA obserwowano jedynie u osób regularnie ćwiczących ($n = 7$), podczas gdy badani prowadzący nieaktywny tryb życia ($n = 5$) nie wykazywali żadnych objawów remodelingu naczyniowego. Autorzy postawili hipotezę, że wzrost prędkości przepływu krwi przez tętnice może zwiększyć ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych.

Zwiększenie światła naczyń przeciwdziało potencjalnemu wzrostowi prędkości przepływu. Pomiar prędkości przepływu krwi w aorcie wstępującej wykazały, że indukowanie arteriogenezy poprzez ćwiczenia fizyczne umożliwia zwiększenie przepływu krwi do tych obszarów ciała, które mogły być uprzednio dotknięte niedokrwieniem. Potrzebne są dodatkowe badania w różnych grupach wiekowych na poparcie tych ustaleń dotyczących arteriogenezy stymulowanej aktywnością fizyczną.

Dineno i wsp. [5] badali 108 mężczyzn w celu oceny wpływu ćwiczeń na przebudowę naczyń krwionośnych. Uczestnicy zostali podzieleni na 2 grupy: osób aktywnych fizycznie i prowadzących siedzący tryb życia. W celu ustalenia, czy aktywność fizyczna miała wpływ na remodeling naczyniowy, mierzono obrazowaniem USG średnicę i grubość błony wewnętrznej i warstwy środkowej tętnicy udowej. Stwierdzono, że długotrwały trening wytrzymałościowy u 55 zawodników biegających na długich dystansach i u trójboistów powoduje zwiększenie średnicy światła naczyń tętniczych przy jednoczesnym spadku grubości ściany tętnicy. Pomiar wykazały, że u zawodników uprawiających sporty wytrzymałościowe, średnica światła tętnicy udowej wynosiła $9,62 \pm 0,12$ mm, $9,03 \pm 0,13$ mm u prowadzących siedzący tryb życia, a grubość kompleksu błony środkowej i wewnętrznej tętnicy udowej wyniosła odpowiednio $4,6 \pm 0,1$ i $4,7 \pm 0,1$ mm. Większe światło tętnicy odgrywa istotną rolę w maksymalizacji perfuzji narządów, tkanek i komórek.

W badaniach prowadzonych na szczurach, Kleim i wsp. [12] stwierdzili, że aktywność fizyczna indukuje angiogenezę, gdyż zwiększyła się gęstość naczyń krwionośnych w mięśniach tylnego regionu kończyn przednich. U szczurów zmuszanych do aktywności fizycznej, gęstość naczyń krwionośnych w tym obszarze ciała przekraczała 500 naczyń na mm^2 , podczas gdy u nieaktywnych szczurów była niższa niż $100/\text{mm}^2$. Wyniki potwierdziły, że zwiększona angiogeneza ułatwiła transport tlenu, skróciła czasu dyfuzji tlenu i lepsze pobieranie glukozy w tkankach. Stwierdzono ponadto, że zwiększona angiogeneza jest korzystna dla układu mięśniowo-szkieletowego, a także dla funkcji układu sercowo-naczyniowego szczurów.

Podsumowując dane uzyskane w badaniach na zwierzętach i ludziach można powiedzieć, że aktywność fizyczna odgrywa dużą rolę w tworzeniu pozytywnych zmian w strukturze naczyń krwionośnych. Wskazuje to na słuszość promowania codziennej aktywności fizycznej we wszystkich grupach wiekowych i wdrażanie założeń polityki zdrowia publicznego propagującej aktywny tryb życia, na który powinny się składać przede wszystkim wysiłki wytrzymałościowe, stymulujące angiogenezę.

Wpływ ćwiczeń fizycznych na ciśnienie krwi

Rozważając pozytywny wpływ ćwiczeń fizycznych na układ sercowo-naczyniowy nie można pominąć ich wpływu na ciśnienie krwi. Jest ono wprost proporcjonalne do objętości krwi wyrzutowej i oporu naczyniowego. Opór naczyniowy w dużym stopniu kontrolowany jest przez układ neuroendokryny, którego hormony powodują rozszerzenie naczyń krwionośnych lub ich zwężenie (np. katecholaminy, kortyzol, hormon tyreotropowy, angiotensyna i endoteliny wydzielane przez komórki śródbłonna naczyń krwionośnych). Niektóre hormony (np. aldosteron, renina i adrenalina) wpływają na ciśnienie krwi przez zmianę objętości krwi lub poprzez modyfikację współczynnika filtracji kłębuszkowej. Czynniki patogenne, takie jak cukrzyca, miażdżyca, mają udział w dysfunkcji śródbłonna naczyń tętniczych, dysregulacji naczyniowej, których następstwem jest zmiana wartości oporu obwodowego i zmniejszenie przepływu krwi przez bardziej zwężone naczynia krwionośne, im większy zaś opór dla przepływu krwi, tym wyższe ciśnienie krwi [20].

Wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego 120/80 mm Hg są uważane za normę fizjologiczną. W Polsce przyjęto klasyfikację nadciśnienia tętniczego zgodną z wytycznymi *European Society of Hypertension* (ESH) i *European Society of Cardiology* (ESC). Na podstawie tej klasyfikacji za nadciśnienie

uznano wartości przekraczające 139 (dla ciśnienia skurczowego) lub 89 mm Hg (dla ciśnienia rozkurczowego) [27]. Objętość krwi jest ważnym czynnikiem wpływającym na ciśnienie krwi – im większa objętość krwi, tym więcej krwi serce musi pompować, a działanie to zwiększa obciążenie mięśnia sercowego. Średnia objętość krwi człowieka wynosi około 8% masy ciała, co przekłada się na około 5,6 l u człowieka o masie 70 kg. Gdy opór naczyniowy zmniejszy się, lub zmniejszy się objętość krwi, proporcjonalnie zmniejsza się ciśnienie krwi [10,20].

Aby ocenić wpływ aktywności fizycznej na ciśnienie krwi, ważne jest dokonywanie pomiaru zarówno ciśnienia skurczowego jak i rozkurczowego. Ciśnienie skurczowe to ciśnienie tętnicze wywierane w fazie skurczu serca, gdy następuje opróżnienie jam serca, a rozkurczowe to ciśnienie wywierane na ściany tętnic, gdy serce jest w fazie rozkurczu i następuje napełnianie jam serca. Intensywne ćwiczenia fizyczne zwiększają zapotrzebowanie na tlen pracujących mięśni i w rezultacie zwiększa się częstotliwość pracy serca, co prowadzi do wzrostu minutowej objętości wyrzutowej, powodując tym samym zwiększenie ciśnienia krwi.

Wyniki badań klinicznych wskazują, że regularna aktywność fizyczna ma korzystny wpływ na obniżenie ciśnienia tętniczego u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym. Na przykład Rowland [21] stwierdził, że w porównaniu z osobami z prawidłowym ciśnieniem, ciśnienie skurczowe u chorych z nadciśnieniem tętniczym zmniejszyło się aż o 8 mm Hg, a rozkurczowe aż o 6 mm Hg w efekcie podjęcia aktywności fizycznej. Młodsze i starsze osoby, które prowadzą siedzący tryb życia, ryzykują trwały wzrost ciśnienia krwi, czyli nadciśnienie, podczas gdy ci, którzy są aktywni fizycznie mogą uniknąć tego niekorzystnego efektu. Badania te silnie wspierają ideę potrzeby umiarkowanej aktywności fizycznej wykonywanej codziennie, aby zapobiec nadciśnieniu tętniczemu.

Zmiana stylu życia istotnie obniża wartości ciśnienia tętniczego u osób z ciśnieniem podwyższonym; właściwy styl życia obejmuje normalizację masy ciała, przestrzeganie odpowiedniej diety, w tym nienadużywanie alkoholu i soli, ograniczenie spożycia tłuszczów, zwłaszcza nasyconych, zaprzestanie palenia tytoniu i zwiększenie aktywności fizycznej. Jak wykazano w opracowaniu Rolanda [21], aktywność fizyczna może obniżyć wartość skurczowego ciśnienia tętniczego o 6 – 8 mm Hg. Zwiększenie aktywności fizycznej pomaga również zredukować nadwagę, poprawić ogólną wydolność ustroju. Zaleca się zatem umiarkowane, regularne ćwiczenia aerobowe, takie jak szybki marsz, pływanie, jazda rowerem przez co najmniej 30 – 45 minut w większości dni w tygodniu. Osoby z ciężkim nadciśnieniem lub chorobami towarzyszącymi powinny zwiększać wysiłek fizyczny pod kontrolą lekarską. U osób aktywnych fizycznie mniejszy jest także przyrost ciśnienia krwi związany z wiekiem [27].

Podsumowanie

Przedstawiony przegląd piśmiennictwa wskazuje, że regularna, umiarkowana aktywność fizyczna (ok. 30 min/dzień) ma bardzo korzystny wpływ na funkcje układu krążenia poprzez obniżenie ciśnienia tętniczego, zmniejszenie krzepliwości krwi, poprawę zdolności fibrynolitycznej i stymulację remodelingu naczyniowego. Ostatecznych dowodów dostarcza analiza przypadków kontrolowanych INTERHEART, która wykazała, że poprzez aktywność fizyczną, zdrowe nawyki żywieniowe, utrzymanie odpowiedniej masy ciała i niepalenie, można zapobiec ok. 80% zgonów lub zachorowalności na choroby układu krążenia [25].

Nadwaga i otyłość stanowią poważne wyzwania dla zdrowia publicznego w krajach rozwiniętych i rozwijających się. Zdrowe nawyki żywieniowe i zmiany stylu życia, aktywność fizyczna i umiarkowane spożycie alkoholu także wpływają na zmniejszenie otyłości. Ponieważ palenie tytoniu jest czynnikiem ryzyka chorób układu krążenia oraz chorób układu oddechowego, różne akcje uświadamiające dotyczące

szkodliwości tego nałogu powinny być prowadzone we wszystkich grupach wiekowych, a zwłaszcza w populacjach ludzi młodych.

Biorąc pod uwagę zakres i częstość występowania ChUK działania profilaktyczne powinny być wielokierunkowe, ponieważ mamy wystarczającą ilość dowodów naukowych wskazujących, że zmiany stylu życia i zwiększenie aktywności fizycznej są ważnymi elementami w zintegrowanych działaniach mających na celu zmniejszenie liczby przypadków chorób serca i naczyń krwionośnych.

Piśmiennictwo

1. Blair S.N. (2009) Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br.J. Sports Med.* 3:34-59.
2. Dalleck L.C., Kravitz L. (2002) The history of fitness. *IDEA Health Fitness Source* 20:26-33.
3. Deuster P.A., Silverman M.N. (2013) Physical fitness: a pathway to health and resilience. *US Army Med. Dep. J.* Oct./Dec., 24-35.
4. DeSouza C.A., Jones P.P., Seals D.R. (1998) Physical activity status and adverse age-related differences in coagulation and fibrinolytic factors in women. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 18:362-368.
5. Dinenna F.A., Tanaka H., Monahan K.D. (2001), Regular endurance exercise induces expansive arterial remodelling in the trained limbs of healthy men. *J. Physiol.* 534:287-295.
6. Dishman, R. K., Berthoud H.R., Booth F.W., Cotman C.W., Edgerton V.R., Fleshner M.R., Kramer A.F. (2006) Neurobiology of exercise. *Obesity* (Silver Spring) 14:345-356. (DOI: 10.1038/oby.2006.46).
7. El-Sayed M.S., Jones P.G., Sale C. (1999) Exercise induces a change in plasma fibrinogen concentration: Fact or fiction? *Thromb. Res.* 96:467-472.
8. Freedman S.B., Isner J.M. (2001) Therapeutic angiogenesis for ischemic cardiovascular disease. *J. Mol. Cell Cardiol.* 33:379-393.
9. GUS (2015) Statystyka przyczyn zgonów GUS.
<http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/statystyka-przyczyn-zgonow/>
10. Kampus P., Kals J., Unt E., Zilmer K., Eha J., Teesalu R., Normak A., Zilmer M. (2008) Association between arterial elasticity, C-reactive protein and maximal oxygen consumption in well-trained cadets during three days extreme physical load: a pilot study. *Physiol. Meas.* 29:429-437.
11. Kelly C.N., Stanner S.A. (2003) Diet and cardiovascular disease in the UK: Are the messages getting across? *Proc. Nutr. Soc.* 62:583-589.
12. Kleim J.A., Cooper N.R., Vanden Berg P.M. (2002) Exercise induces angiogenesis but does not alter movement representations within rat motor cortex. *Brain Res.* 934:1-6.
13. Laufs U., Werner N., Link A. (2004) Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation* 109:220-226.
14. MacAuley D. (1994) A history of physical activity, health and medicine. *J.R.Soc.Med.* 87:32-35.
15. Mirat J. (2007) Physical activity in the prevention and treatment of cardiovascular diseases (in Croatian) *Acta Med. Croatica* 61(Suppl 1):63-67.
16. Miyachi M., Iemitsu M., Okutsu M., Onodera S. (1998) Effects of endurance training on the size and blood flow of the arterial conductance vessels in humans. *Acta Physiol. Scand.* 163:13-16.
17. Paffenbarger R.S. Jr., Hyde R.T. (1984) Exercise in the prevention of coronary heart disease. *Prev. Med.* 13:3-22 (DOI:10.1016/0091-7435(84)90037-9).
18. Podgórska-Gumulak K. (2014) Wpływ regularnej aktywności fizycznej na funkcję śródbłonna i wybrane parametry aktywności płytek krwi. Rozprawa doktorska, Wrocław.
19. Puffer J.C. (2001) Exercise and heart disease. *Clin. Cornerstone* 3:1-9. [PubMed]
20. Riley H.D. Lecture notes. Blood pressure and associated risk factors.
www.opt.indiana.edu/riley/HomePage/1lecturenotes.html
21. Rowland T.W. (2001) The role of physical activity and fitness in children in the prevention of adult cardiovascular disease. *Progr. Pediatr. Cardiol.* 12(2)199-203.
22. Rządowa Rada Ludnościowa (2015) Zachorowalność i umieralność na choroby układu krążenia a sytuacja demograficzna Polski. stat.gov.pl/download/gfx/.../pl/.../1/...

-
23. Silverman M.N., Deuster P.A. (2014) Biological mechanisms underlying the role of physical fitness in health and resilience. *Interface Focus* <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2014.0040>
 24. WHO Cardiovascular diseases (CVDs) Fact sheet, Reviewed September 2016.
 25. Womack C.J., Nagelkirk P.R., Coughlin A.M. (2003) Exercise-induced changes in coagulation and fibrinolysis in healthy populations and patients with cardiovascular disease. *Sports Med.* 33:795–807.
 26. Yusuf S., Hawken S., Ounpuu S. (2004) INTERHEART Study Investigators Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): Case-control study. *Lancet* 364:937–952.
 27. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego 2003.
-

Otrzymano: 2.01.2017

Przyjęto: 4.02.2017

© Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej, Pruszków

ISSN 2544-1639

Adres autora: tadeusz_zarski@sggw.pl