

PRACE POGLĄDOWE

Teresa Makowiec-Dąbrowska

Alicja Bortkiewicz

Elżbieta Gadzicka

WYSIŁEK FIZYCZNY W PRACY ZAWODOWEJ — CZYNNIK RYZYKA CZY OCHRONA PRZED CHOROBYMI UKŁADU KRAŻENIA*

PHYSICAL EFFORT AT WORKPLACE: A RISK FACTOR FOR OR A PROTECTION AGAINST THE DEVELOPMENT
OF CARDIOVASCULAR DISEASES

Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź

STRESZCZENIE

Wysiłek fizyczny jest uznany za czynnik, który ma pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy i cały organizm. Osoby aktywne fizycznie mają wyższą sprawność i wydolność fizyczną, większą tolerancję wysiłku, wolniejszą częstość skurczów serca w spoczynku, korzystniejszy profil lipidów w osoczu, mniejszą masę ciała, niższe ciśnienie tętnicze, mniejszą skłonność płytek do agregacji oraz większą aktywność fibrynolityczną osocza. Wszystkie te korzystne zmiany występują w związku z uprawianiem aktywności fizycznej w czasie wolnym od pracy. Natomiast wysiłek fizyczny związany z pracą zawodową nie ma już tak jednoznacznie korzystnego wpływu, przeciwnie — wiele danych wskazuje, że ciężka praca fizyczna może być czynnikiem ryzyka chorób układu krążenia. Fizyczna praca zawodowa związana jest najczęściej z dużą komponentą wysiłku statycznego, który jest czynnikiem obciążającym układ krążenia. Ocenia się, że tylko ok. 10% populacji pracowników ma wystarczającą ilość dynamicznego wysiłku w pracy, który ma pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy. W artykule przedstawiono krytyczną analizę piśmiennictwa dotyczącego tego zagadnienia. Med. Pr. 2007;58(5):423–432

Słowa kluczowe: wysiłek statyczny, wysiłek dynamiczny, ciężka praca fizyczna, choroba niedokrwienna serca, zawał mięśnia sercowego, nagła śmierć sercowa

ABSTRACT

Physical effort is considered to be beneficial to the cardiovascular function and the whole system in general. People experiencing physical effort are usually characterized by better physical fitness and efficiency, effort tolerance, slower resting heart rate, better plasma lipids profile, lower body weight, lower blood pressure, lower thrombocyte aggregation activity and higher plasma fibrinolytic activity. All those advantages are associated with the physical activity practiced during workers' leisure time, but physical effort at workplace is not so beneficial. Numerous data suggest that hard physical work may be a risk factor for the development of cardiovascular diseases. It is estimated that only 10 percent of the working population show at workplace a sufficient level of dynamic effort that could improve their circulatory system function. This paper presents a critical overview of the literature on those problems. Med Pr 2007;58(5):423–432

Key words: static effort, dynamic effort, hard physical work, ischemic heart disease, myocardial infarction, sudden cardiac death

Adres autorów: ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: tmd@imp.lodz.pl

Nadesłano: 10.07.2007

Zatwierdzono: 17.08.2007

WPROWADZENIE

Wysiłek fizyczny jest powszechnie postrzegany jako czynnik, który ma pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy i cały organizm. Systematycznie uprawiany wysiłek, zwłaszcza ujęty w ramy racjonalnego treningu fizycznego, zwiększa sprawność wielu mechanizmów adaptacyjnych dzięki zmianom, jakie wywołuje na różnych poziomach organizacji strukturalnej

i czynnościowej organizmu. Zwiększa to zdolność człowieka nie tylko do wykonywania wysiłku takiego, jaki był wykonywany podczas treningu, ale poprawia również zdolność do wykonywania różnych czynności w pracy zawodowej i w życiu pozazawodowym (1).

Wielokrotnie udowodniano, że nasiloną aktywność ruchową wywołuje w organizmie rozległe zmiany morfologiczne, biochemiczne i fizjologiczne współdecydujące o stanie zdrowia. Pod wpływem systematycznego wysiłku dochodzi do zmian regulacji czynnościowej

* Praca przygotowana w ramach zadania finansowanego z dotacji na działalność statutową IMP nr 20.1. pt. „Zawodowe i środowiskowe czynniki ryzyka zawału mięśnia sercowego”. Kierownik zadania: dr hab. med. Alicja Bortkiewicz, doc. IMP.



układu krążenia, do modyfikujących hemodynamikę zmian morfologicznych w sercu i w naczyniach krwionośnych, a także do zmian właściwości mięśnia sercowego i zmian jego metabolizmu (1).

Jedną z ważniejszych korzyści, jakie można odnieść z regularnego uczestnictwa w aktywności fizycznej, jest zmniejszenie ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego (CVD) (2). Osoby aktywne fizycznie w porównaniu z osobami prowadzącymi siedzący tryb życia mają nie tylko wyższą sprawność i wydolność fizyczną, większą tolerancję wysiłku, wolniejszą częstość skurczów serca w spoczynku, ale również korzystniejszy profil lipidów w osoczu, mniejszą masę ciała, niższe ciśnienie tętnicze, mniejszą skłonność płytek do agregacji oraz większą aktywność fibrynolityczną osocza (2). Ponadto trening fizyczny korzystnie wpływa na naczyniorozkurczową czynność śródbłonna, zwiększa wrażliwość na insulinę, zwiększa również wydzielanie sodu przez nerki (3–5). Aktywność fizyczna wpływa także na układ odpornościowy zwiększając liczbę komórek NK (natural killers) i ich aktywność w hamowaniu rozwoju nowotworów (6). Długotrwały wysiłek jest związany z obniżeniem aterogennej aktywności mononuklearnych leukocytów i z obniżeniem poziomu białka C-reaktywnego (7,8). Wysiłek opóźnia również wpływ wieku na mięsień sercowy poprzez ograniczenie ekspresji genów odpowiedzialnych za procesy zapalne i reakcję na stres oksydacyjny (9). I w końcu aktywność fizyczna pozytywnie wpływa na samopoczucie i funkcjonowanie psychospołeczne (10).

Literatura naukowa dostarcza wielu danych o wpływie aktywności fizycznej na poziom czynników ryzyka chorób układu krążenia, na częstość występowania choroby niedokrwiennej serca i jej konsekwencji (zawał mięśnia sercowego) oraz na ryzyko zgonów ze wszystkich przyczyn i z powodu chorób układu krążenia. Rozważane są przy tym następujące problemy:

- czy wpływ aktywności fizycznej jest jednoznacznie pozytywny, czy też może być negatywny,
- jakie znaczenie ma rodzaj aktywności fizycznej,
- jakie znaczenie ma intensywność wysiłku fizycznego?

Analizowane rodzaje aktywności fizycznej to aktywność fizyczna w czasie wolnym, w pracy zawodowej, w drodze do pracy oraz związana z pracą w domu. W ostatnich latach prowadzono badania na temat wpływu ogólnej aktywności fizycznej oraz poszczególnych jej rodzajów. Uzyskane wyniki nie były jednoznaczne, najczęściej wskazywano na pozytywne oddziaływanie aktywności fizycznej w czasie wolnym, natomiast

sprzeczne wyniki dotyczyły aktywności fizycznej w pracy zawodowej.

W dobowym bilansie energetycznym aktywność fizyczna w czasie wolnym stanowi tylko małą jego część. Minimalna zalecana dawka aktywności ruchowej w czasie wolnym to ponad 1000 kcal/tydzień, co odpowiada treningowi o umiarkowanej intensywności (wysiłek do uzyskania 60–70% maksymalnej częstości skurczów serca) prowadzonego 4–5 razy w tygodniu po 30–45 min (11). Znacznie większy udział w tym bilansie ma fizyczna aktywność zawodowa, zwłaszcza, gdy wykonywana praca jest średnio ciężką, a zwłaszcza ciężką pracą fizyczną. Zasadne jest więc pytanie, jaki jest wpływ takiej pracy na układ krążenia.

W licznych, nawet prawidłowo zaplanowanych i przeprowadzonych badaniach uzyskiwano wyniki pozwalające stwierdzić, że zawodowa aktywność fizyczna ma działanie ochronne (podobnie jak aktywność w czasie wolnym), a jej brak należy traktować jako czynnik ryzyka chorób układu krążenia. Inne badania dają wyniki przeciwstawne, wskazujące na negatywny wpływ dużego obciążenia w pracy zawodowej na stan zdrowia, szczególnie układu krążenia.

Badania dotyczące związku między aktywnością fizyczną a chorobami układu krążenia

Już ponad 50 lat temu wykazano, że istnieją różnice w częstości występowania choroby niedokrwiennej serca wśród bardziej i mniej aktywnych pracowników. Stwierdzano ujemną korelację między poziomem aktywności a częstością chorób serca i liczbą zgonów z tego powodu. Morris i wsp., badając pracowników komunikacji miejskiej w Londynie, obliczyli, że po uwzględnieniu wieku liczba przypadków choroby niedokrwiennej serca w ciągu roku wynosiła 1,9/1000 wśród konduktorów i 2,7/1000 wśród kierowców. Stwierdzili również, że w czasie pierwszych trzech miesięcy po epizodzie wieńcowym umierało 29% konduktorów i 47% kierowców. Podobne różnice obserwowano między listonoszami a pocztowcami sortującymi listy oraz pomiędzy bardziej i mniej aktywnymi urzędnikami (12). Autorzy omówionych badań uznali, że jedyną przyczyną obserwowanego zjawiska jest mniejsza aktywność fizyczna kierowców w porównaniu z konduktorami, nie brali przy tym pod uwagę innych czynników, jak np. stres.

W badaniach kolejarzy w USA Taylor i wsp. wykazali, że skorygowana ze względu na wiek częstość zgonów z powodu choroby niedokrwiennej serca wśród pracowników niewykwalifikowanych (robotników torowych)



wynosiła 7,6/1000, wśród operatorów sygnalizacji kolejowej 10,6/1000, a wśród urzędników 11,8/1000 (13).

Późniejsze prace, w których analizowano wpływ wysiłku fizycznego w pracy zawodowej na układ krążenia, najczęściej potwierdzają negatywny wpływ małej aktywności fizycznej (praca siedząca), ale nie są już tak jednoznaczne odnośnie do pozytywnego wpływu dużego wysiłku. W analizach tych poszukiwano związku między wysiłkiem fizycznym w pracy a czynnikami ryzyka chorób układu krążenia, częstością tych chorób i umieralnością ze wszystkich przyczyn lub z powodu chorób układu krążenia.

Na jednoznacznie pozytywny wpływ zawodowej aktywności fizycznej na poziom czynników ryzyka zawału wskazują badania przeprowadzone przez Stendera i wsp. w ramach programu MONICA w Augsburgu, w Niemczech (14). W grupie 1074 mężczyzn w wieku 45–64 lata określono aktywność fizyczną w pracy i podzielono ich na nieaktywnych i aktywnych. Stwierdzono, że skorygowane ze względu na wiek ciśnienie krwi (skurczowe i rozkurczowe) oraz poziom cholesterolu całkowitego był niższy w grupie aktywnych, natomiast poziom HDL-cholesterolu był wyższy w grupie aktywnych fizycznie. Uczestnicy badania byli dalej obserwowani w okresie 5–8 lat. Stwierdzono, że liczba zawałów serca na 1000 osobolat w grupie aktywnych fizycznie wynosiła 6,8, a u nieaktywnych — 5,9. Podobnie kształtowała się umieralność ze wszystkich przyczyn — odpowiednio 11,2 vs 5,9.

Nagaya i wsp. wykazali, że praca siedząca jest dodatkowym, niezależnym od braku codziennej fizycznej aktywności pozazawodowej, czynnikiem ryzyka chorób serca (15). Przyczyną może być niższy poziom wydolności fizycznej i niekorzystny profil cholesterolu w surowicy krwi u osób, które wiele godzin spędzają w pozycji siedzącej.

Steenland na podstawie przeglądu badań epidemiologicznych o zawodowych czynnikach ryzyka choroby niedokrwiennej serca stwierdził, że zbyt duży i zbyt mały wysiłek fizyczny w pracy zawodowej może być czynnikiem ryzyka chorób serca (16). Z zebranych przez niego danych wynika również, że negatywny wpływ mają specyficzne obciążenia, takie jak dźwiganie ciężarów zarówno w pracy, jak i poza nią. Taki rodzaj wysiłku wiąże się ze wzrostem ryzyka zawału mięśnia sercowego.

Fransson i wsp. również zwrócili uwagę na to, że nie każdy rodzaj wysiłku fizycznego ma wpływ pozytywny (17). Badali oni znaczenie ćwiczeń fizycznych, zawodowej aktywności fizycznej oraz prac domowych jako czynników ryzyka zawału mięśnia sercowego.

W badaniu typu case-control grupę przypadków stanowiło 1204 mężczyzn i 550 kobiet w wieku 45–70, mieszkańców Sztokholmu, u których w latach 1992–1994 wystąpił pierwszy zawał. Grupę kontrolną stanowiło 1538 mężczyzn i 777 kobiet dobranych pod względem wieku i regionu zamieszkania. W analizie uwzględniono również inne potencjalne czynniki zakłócające. Stwierdzono, że chodzenie lub stanie w pracy, ćwiczenia fizyczne w ramach aktywności pozazawodowej oraz wykonywanie ciężkich prac domowych zmniejszało ryzyko zawału. Wskaźniki ryzyka względnego wynosiły 0,31–0,90. Z kolei podnoszenie i przenoszenie ciężkich przedmiotów podczas pracy oraz subiektywna ocena, że praca jest wyczerpująca (męcząca) były związane ze wzrostem ryzyka (RR = 1,10–1,57). Autorzy sugerują, że aktywność fizyczna typu aerobowego (wysiłek dynamiczny), taka jak ćwiczenia fizyczne lub chodzenie podczas pracy zmniejsza ryzyko zawału, natomiast wysiłki o charakterze anaerobowym (wysiłek statyczny), takie jak dźwiganie, są związane ze wzrostem ryzyka zawału.

Znaczenie różnych rodzajów wysiłku fizycznego jako czynników wpływających na ryzyko zawału mięśnia sercowego analizowali również Wennberg i wsp. (18). Grupę przypadków stanowiły 583 osoby (w tym 20% kobiet), u których po raz pierwszy wystąpił zawał mięśnia sercowego. Grupę kontrolną stanowiło 2098 osób dobranych pod względem płci i wieku. Stwierdzono, że u osób stale dojeżdżających do pracy samochodem ryzyko zawału było istotnie większe w porównaniu z ryzykiem u osób pokonujących drogę do pracy pieszo, rowerem lub autobusem (OR = 1,74; 95% CI: 1,20–2,52). U osób deklarujących intensywną aktywność fizyczną w czasie wolnym ryzyko zawału było istotnie mniejsze niż u osób, których aktywność tego rodzaju była mała, po uwzględnieniu aktywności fizycznej zawodowej i związanej ze sposobem dojazdu do pracy (OR = 0,69; 95% CI: 0,50–0,95). Stwierdzono również mniejsze ryzyko zawału u osób, których aktywność fizyczną w pracy oceniono jako umiarkowaną (OR = 0,70; 95% CI: 0,50–0,98) lub jako dużą (OR = 0,67; 95% CI: 0,42–1,08) w porównaniu z osobami, których zawodowa aktywność fizyczna była mała.

Analizowano również znaczenie tych samych rodzajów aktywności jako czynników ryzyka epizodów wieńcowych. Hu i wsp. objęli obserwacją trwającą 18,5 roku ok. 48 tys. mieszkańców Finlandii w wieku 25–64 lata bez objawów choroby wieńcowej na początku badania (19). W tym czasie zarejestrowano 4660 epizodów wieńcowych. W analizie uwzględniono wiek, wskaźnik masy ciała (BMI), skurczowe ciśnienie krwi, poziom



cholesterolu, wykształcenie, nawyk picia alkoholu, palenie, występowanie cukrzycy oraz intensywność aktywności fizycznej. Wskaźniki ryzyka epizodów wieńcowych były niższe w grupach o wyższej fizycznej aktywności zawodowej zarówno u mężczyzn — niska: 1,00; umiarkowana: 0,87; duża: 0,90; $p = 0,019$ (dla trendu), jak i u kobiet — niska: 1,00; umiarkowana: 0,75; duża: 0,80; $p < 0,001$ (dla trendu). Podobnie zmniejszały się wskaźniki ryzyka epizodów wieńcowych wraz ze wzrostem aktywności fizycznej w czasie wolnym. U mężczyzn deklarujących niską, umiarkowaną i dużą aktywność fizyczną odpowiednie wartości wynosiły 1,00, 0,95 i 0,84; $p = 0,026$ (dla trendu), zaś u kobiet odpowiednio 1,00, 0,85 i 0,77; $p = 0,003$ (dla trendu). Dojazdy do pracy związane z wysiłkiem fizycznym również zmniejszały ryzyko epizodów wieńcowych, ale tylko u kobiet.

Zdecydowanie negatywny wpływ obciążeń fizycznych w pracy zawodowej na układ krążenia wykazał w swoich badaniach Ilmarinen (20). Przeprowadzone przez niego analizy dotyczyły wpływu aktywności fizycznej na poziom czynników ryzyka choroby niedokrwiennej serca (CHD), zależności między charakterem wykonywanej pracy a występowaniem CHD u osób starszych i związku między stażem pracy a CHD. Zależność między codzienną aktywnością fizyczną a czynnikami ryzyka choroby niedokrwiennej serca określono w grupie 120 mężczyzn w wieku $41,2 \pm 8,4$ lat, zatrudnionych w budownictwie, przemyśle metalowym, chemicznym, w magazynach, w służbie publicznej oraz biznesmenów. Zebrano u nich wywiad dotyczący występowania dolegliwości stenokardialnych, palenia i masy ciała. Wykonano badanie ekg. w spoczynku i podczas wysiłku, określono ciśnienie krwi, całkowity cholesterol oraz zdolność do wysiłku (PWC_{170}). Aktywność fizyczną w pracy i w czasie wolnym określano na podstawie pomiarów częstości skurczów serca i obserwacji poziomu aktywności. Na podstawie wywiadu oceniono również aktywność fizyczną w ciągu roku poprzedzającego badanie. Badane osoby podzielono na 4 kategorie: 1 — ciężko pracujący (co najmniej 20 min/dzień wykonywali pracę, podczas której częstość skurczów serca przekraczała 70% indywidualnej wartości maksymalnej) i uprawiający sport (w ostatnim roku co najmniej 20 min/dzień uczestniczyli w treningu z intensywnością nie mniejszą niż 70% VO_{2max}), 2 — ciężko pracujący i nieuprawiający sportu, 3 — wykonujący lekką pracę i uprawiający sport, oraz 4 — wykonujący lekką pracę i nieuprawiający sportu. Stwierdzono, że odsetek osób, u których występowały czynniki ryzyka (otyłość $\geq 20\%$, ciśnienie skurczowe ≥ 160 mm Hg, ciśnienie rozkurczowe ≥ 95 mm Hg, dolegliwości stenokardialne) był

największy w grupie 2., czyli wśród tych, którzy wykonywali ciężką pracę, a nie uprawiali sportu, natomiast najmniejszy w grupie 1., czyli wśród tych, którzy mimo wykonywania ciężkiej pracy uprawiali sport. W grupie 1. najwyższy był jednak odsetek osób z poziomem całkowitego cholesterolu ≥ 260 mg%. Na podstawie tych badań stwierdzono, że:

- wykonywanie ciężkiej pracy nie wpływa pozytywnie na poziom czynników ryzyka CHD;
- prewencyjny wpływ uprawiania sportu ujawnia się wówczas, gdy wydatek energetyczny przekracza 3000 kJ/dzień;
- ciężka praca fizyczna i brak aktywności fizycznej w postaci uprawiania sportu stanowią najgorszą kombinację sprzyjającą występowaniu niekorzystnego profilu czynników ryzyka sercowo-naczyniowego.

Ilmarinen przeanalizował również związek między rodzajem pracy a chorobą niedokrwinną serca w 5-letnim badaniu prospektywnym wśród pracowników municypalnych w Finlandii. Stwierdził, że liczba nowych przypadków CHD była większa wśród kobiet i mężczyzn wykonujących ciężką pracę fizyczną — ryzyko względne w porównaniu do grupy osób wykonujących lekką pracę wynosiło 5,8 dla kobiet i 2,2 dla mężczyzn. Autor oszacował również życiowe obciążenie dużym wysiłkiem fizycznym w pracy zawodowej (iloczyn liczby lat pracy i wskaźnika ciężkości pracy, który był krotnością podstawowej przemiany materii). Dla ciężkiej pracy wskaźnik ten wynosił 15, dla umiarkowanej — 5, a dla lekkiej — 3. Analiza dotyczyła 77 osób z poprzedniej grupy, w tym u 42 osób występowała choroba niedokrwienność serca, a 35 osób stanowiło grupę kontrolną. Stwierdzono, że dawka życiowa powyżej 300 występowała tylko w grupie osób chorych. Wskaźnik obciążenia wysiłkiem fizycznym oraz nadciśnienie były czynnikami w największym stopniu podnoszącymi ryzyko wystąpienia CHD, natomiast poziom frakcji cholesterolu HDL obniżał ryzyko.

W innych badaniach, przeprowadzonych również w Finlandii, analizowano cechy pracy i stylu życia, poszukując predyktorów choroby wieńcowej. Toumi dwukrotnie, w odstępie 4 lat, przeprowadziła badania ankietowe wśród 5353 pracowników państwowych (21). Nowe przypadki choroby wieńcowej w tym okresie wystąpiły u 3,5% (188) badanych. Stwierdzono, że na wielkość ryzyka w grupie kobiet miała wpływ zbyt ciężka fizycznie praca zawodowa ($RR = 2,5$; 95% CI: 1,3–4,8) i zamieszkiwanie w północno-zachodniej Finlandii ($RR = 2,0$; 95% CI: 1,1–3,4). W grupie mężczyzn istotnie na wielkość ryzyka wpływały trzy czynniki — palenie



(RR = 2,3; 95% CI: 1,4–3,9), częste chodzenie lub duża liczba ruchów wykonywanych podczas pracy (RR = 1,7; 95% CI: 1,2–2,4) oraz więcej niż dwoje bezrobotnych członków rodziny w wieku ponad 15 lat (RR = 1,7; 95% CI: 1,2–2,5). Mężczyźni ci często podejmowali dodatkową pracę lub pracowali w domu. Ponadto czynnikiem ryzyka choroby wieńcowej było wykonywanie ciężkiej pracy przed ukończeniem 20. roku życia, podejmowanie pracy w młodym wieku oraz budowanie własnego domu w okresie poprzedzającym badanie prospektywne.

W badaniach Virkkunena i wsp. w okresie 5- i 13-letniej obserwacji analizowano wpływ zawodowych czynników obciążających na powstawanie choroby niedokrwiennej serca. Stwierdzono, że istotny, negatywny wpływ mają trzy czynniki, bardzo często wspólnie występujące — hałas, w tym często hałas impulsowy, praca zmianowa oraz wysiłek fizyczny (22). Stwierdzono, że ryzyko wystąpienia choroby niedokrwiennej serca wzrastało wraz z wydłużaniem się okresu obserwacji — w czasie obserwacji 5-letniej wynosiło ono 1,28 dla hałasu, 1,59 dla pracy zmianowej i 1,18 dla wysiłku fizycznego, a po 13 latach obserwacji wartości ryzyka wynosiły odpowiednio — 1,58, 1,34 i 1,31.

Gyntelberg i wsp. objęli 5-letnią obserwacją ponad 5 tys. mężczyzn w wieku 40–59 lat (23). Stwierdzili, że częstość zawału mięśnia sercowego była wyższa wśród tych, którzy wykonywali pracę zawodową o najwyższej kategorii ciężkości wysiłku w porównaniu z częstością obserwowaną wśród wykonujących pracę siedzącą.

Theorell i wsp. w 2-letnich prospektywnych badaniach prowadzonych wśród ok. 9 tys. pracowników budownictwa w wieku 41–61 lat stwierdzili, że częstość zawałów mięśnia sercowego była istotnie większa wśród betoniarzy w porównaniu z pozostałymi pracownikami (24). Prawdopodobnymi przyczynami tej różnicy były, wg autorów, specyficzne obciążenia w pracy betoniarzy — ciężki, powtarzalny wysiłek fizyczny z dużą komponentą wysiłku statycznego, wykonywany w pośpiechu, oraz praca w nadgodzinach. Zwiększoną częstość zawałów autorzy cytowanych prac łączą z epizodami wzrostu obciążenia serca związanego ze wzrostem ciśnienia krwi podczas wykonywania wysiłków statycznych.

Również Suurnakki i wsp., prowadząc badania wśród pracowników municypalnych, stwierdzili, że praca zawodowa w grupach, w których największa była częstość chorób układu krążenia charakteryzowała się dużym wydatkiem energetycznym, dużym wysiłkiem dynamicznym i statycznym, wymuszoną pozycją ciała, a także z niekorzystnymi warunkami mikroklimatu (25).

BADANIA DOTYCZĄCE ZWIĄZKU MIĘDZY AKTYWNOŚCIĄ FIZYCZNĄ A RYZYKIEM ZGONU

W wielu badaniach wskaźnikiem wpływu wysiłku fizycznego, również zawodowego, było ryzyko zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych. Pozytywną rolę zawodowej aktywności fizycznej w zmniejszaniu ryzyka zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca wykazali Paffenbarger i Hale w badaniach przeprowadzonych wśród pracowników portowych (26). Analizowano umieralność i poziom zawodowej aktywności fizycznej w kohorcie liczącej 6351 mężczyzn w wieku 35–74 lat na początku obserwacji. Obserwację prowadzono przez 22 lata, do śmierci lub ukończenia 75. roku życia. Fizyczną aktywność zawodową dla każdego pracownika oceniano na podstawie wydatku energetycznego z uwzględnieniem zmian rodzaju wykonywanej pracy w całym okresie obserwacji. Skorygowana ze względu na wiek częstość zgonów wśród pracowników o najwyższej aktywności wynosiła 26,9/10 000 osobolat, a wśród pracowników o umiarkowanej i małej aktywności — 46,3 oraz 49,0. Ochronny wpływ aktywności fizycznej stwierdzono w odniesieniu do nagłej śmierci sercowej. Odpowiednie wskaźniki wśród pracowników wykonujących pracę ciężką, umiarkowaną i lekką wynosiły 5,6, 19,9 oraz 15,7. Autorzy tego badania podkreślają ochronne znaczenie powtarzalnych czynności związanych z wysokim wydatkiem energetycznym. Dokładniejsza analiza tej kohorty wykazała, że ochronny wpływ ciężkiej pracy zawodowej widoczny był tylko w młodszych grupach wiekowych (35–44 lata i 45–54 lata) na początku obserwacji (27). W starszych grupach wiekowych (54–64 lata i 65–74 lata) na początku obserwacji nie stwierdzono już takiego pozytywnego wpływu. Przeciwnie wnioski wypływają z badań Altieri i wsp., którzy również analizowali zależność ochronnej roli wysiłku fizycznego od wieku (28). W grupie 378 mężczyzn i 129 kobiet, u których rozpoznano pierwszy zawał mięśnia sercowego, i w grupie kontrolnej, którą stanowiło 297 mężczyzn i 181 kobiet przyjętych do szpitala z innych przyczyn, przeanalizowano poziom aktywności fizycznej w czasie pracy i w czasie wolnym w trzech okresach życia (w wieku 15–19 lat, 30–39 lat i 50–59 lat). Ilorazy szans zawału w grupie o najwyższej zawodowej aktywności fizycznej w porównaniu z grupą o najniższej aktywności (na podstawie wielozmiennowej analizy uwzględniającej płeć, wykształcenie, palenie i inne wybrane kowarianty) zmniejszały się wraz z wiekiem i wynosiły 0,61 (95% CI: 0,38–0,97) dla grupy wiekowej 15–19 lat, 0,57 (95% CI: 0,34–0,95) dla grupy wiekowej 30–39 lat i 0,51 (95% CI: 0,29–0,90) dla grupy wiekowej 50–59 lat.



Na negatywny wpływ niskiej aktywności fizycznej w pracy zawodowej wskazują badania Salonen i wsp. (29). W okresie ok. 7 lat obserwowali oni populację 3978 mężczyzn w wieku 30–59 lat i 3688 kobiet w wieku 35–59 lat. Stwierdzili, że niska aktywność fizyczna w pracy była związana z podwyższonym ryzykiem zawału serca, udaru i zgonu z innych przyczyn zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn po uwzględnieniu wieku, poziomu całkowitego cholesterolu, rozkurczowego ciśnienia krwi, wzrostu, masy ciała i palenia. Ryzyko względne zawału u mężczyzn wynosiło 1,5 (90% CI: 1,2–2,0), a u kobiet 2,4 (90% CI: 1,5–3,7). Niski poziom aktywności fizycznej w czasie wolnym miał istotny związek ze wzrostem ryzyka zgonu, ale nie zwiększał ryzyka zawału lub udaru.

Podobne wyniki Salonen i wsp. uzyskali w później przeprowadzonych 6-letnich badaniach prospektywnych kohorty mieszkańców zachodniej Finlandii złożonej z 15 088 osób w wieku 30–59 lat, u których na początku obserwacji nie występowała choroba niedokrwienna serca ani inne okoliczności utrudniające aktywność fizyczną (30). W okresie obserwacji stwierdzono podwyższone ryzyko zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca wśród osób, które deklarowały brak aktywności fizycznej w pracy zawodowej lub w czasie wolnym. W obu przypadkach ryzyko względne wynosiło 1,3 (95% CI: 1,1–1,6). W analizie uwzględniono wiek, stan zdrowia, wywiad rodzinny oraz wskaźnik masy ciała. Po uwzględnieniu w analizie dodatkowych czynników — takich jak wykształcenie, wsparcie społeczne, palenie papierosów, poziom cholesterolu i ciśnienie krwi — ryzyko związane z brakiem aktywności fizycznej w czasie wolnym wynosiło 1,2 (95% CI: 1,0–1,5), a poziom ryzyka wynikającego z braku aktywności fizycznej w pracy zawodowej się nie zmienił.

Berlin i Colditz na podstawie metaanalizy 27 publikacji dotyczących związku różnych rodzajów pracy zawodowej (praca w różnych instytucjach państwowych, praca wymagająca aktywności fizycznej) z ryzykiem zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca wykazali, że praca siedząca w porównaniu z pracą wymagającą większej aktywności fizycznej jest związana z podwyższonym ryzykiem zgonu (RR = 1,90; 95% CI: 1,6–2,2) (31).

Barengo i wsp. wykazali, że pozytywny wpływ ma każdy rodzaj aktywności fizycznej (32). Analizowali oni związek aktywności fizycznej w pracy zawodowej, aktywności pozazawodowej i aktywności związanej z dojazdami do pracy z umieralnością ze wszystkich przyczyn i umieralnością z powodu CVD. Dwudziestoletnią

obserwacją objęto mieszkańców Finlandii — 15 853 mężczyzn i 16 824 kobiety w wieku 30–59 lat na początku badania. Stwierdzono, że zawodowa aktywność fizyczna modyfikowała poziom ryzyka zgonu ze wszystkich przyczyn i z powodu CVD. W grupie osób, których aktywność była umiarkowana i wysoka częstość zgonów ze wszystkich przyczyn i z powodu CVD była istotnie niższa w porównaniu z grupą osób o niskiej aktywności. Po uwzględnieniu wieku, długości obserwacji, wykształcenia, palenia, poziomu cholesterolu, BMI, ciśnienia skurczowego krwi oraz innych rodzajów aktywności, wskaźniki ryzyka nie zmieniły się znacząco i pozostały statystycznie istotne. U mężczyzn, których aktywność fizyczna w pracy była umiarkowana lub duża ryzyko zgonu ze wszystkich przyczyn było mniejsze odpowiednio o 25% (95% CI: 17–32%) i o 23% (95% CI: 16–29%) w porównaniu z osobami o małej aktywności. U kobiet odpowiednie wartości wynosiły 21% (95% CI: 11–30%) i 22% (95% CI: 13–30%). Natomiast ryzyko zgonu z powodu CVD w grupie mężczyzn zmniejszało się w granicach od 24% (umiarkowana aktywność) do 22% (wysoka aktywność), a u kobiet zwiększało się odpowiednio w granicach 23–27%. U mężczyzn i kobiet zakwalifikowanych do grupy o umiarkowanej i wysokiej fizycznej aktywności pozazawodowej umieralność ze wszystkich przyczyn i z powodu CVD była mniejsza niż w grupie, w której ta aktywność była mała. U mężczyzn umiarkowana aktywność zmniejszała ryzyko umieralności ze wszystkich przyczyn o 9% (95% CI: 2–16%), a wysoka aktywność o 21% (95% CI: 10–30%) po uwzględnieniu czynników takich, jak wiek, BMI, ciśnienie skurczowe krwi, cholesterol całkowity, wykształcenie, palenie i inne rodzaje aktywności fizycznej. Umiarkowana aktywność zmniejszała ryzyko CVD o 9% (95% CI: 0–18%), a wysoka o 17% (95% CI: 1–31%). U kobiet wskaźnik ryzyka w grupie o umiarkowanej aktywności wynosił 0,89 (95% CI: 0,81–0,98), a w grupie o wysokiej aktywności 0,98 (95% CI: 0,83–1,16) w porównaniu do grupy kobiet mało aktywnych w czasie wolnym. Wskaźniki ryzyka umieralności z powodu CVD były niższe w grupach kobiet deklarujących umiarkowaną i wysoką aktywność fizyczną w czasie wolnym (odpowiednio 0,83; 95% CI: 0,71–0,96 oraz 0,89; 95% CI: 0,68–1,18) w porównaniu z grupą deklarującą niską aktywność fizyczną i przy uwzględnieniu wymienionych wyżej czynników zakłajających.

Analizowano również łączny wpływ trzech badanych rodzajów aktywności. Utworzono 8 podgrup — trzy poziomy aktywności fizycznej w pracy zawodowej i w czasie wolnym oraz dwa poziomy aktywności w drodze do



pracy (mała i 15 min lub dłużej rowerem). Grupę referencyjną stanowiły kobiety i mężczyźni podający małą aktywność w pracy, w czasie wolnym i w drodze do pracy. U kobiet istotne zmniejszenie ryzyka zgonu z powodu CVD stwierdzono u tych, których jakkolwiek aktywność była na poziomie co najmniej umiarkowanym. U mężczyzn istotne zmniejszenie ryzyka zgonów z powodu CVD było tylko w tych podgrupach, w których występowała umiarkowana lub wysoka aktywność w pracy zawodowej.

Podobne wnioski wynikają z przeprowadzonej przez Khaw i wsp. obserwacji grupy ok. 22 tysięcy kobiet i mężczyzn w Anglii (33). Wykazała ona, że ryzyko względne umieralności ze wszystkich przyczyn wśród mężczyzn i kobiet było mniejsze wśród aktywnych fizycznie zarówno w pracy zawodowej, jak i w czasie wolnym w porównaniu z grupą nieaktywnych fizycznie. Jednocześnie stwierdzono, że łączna ocena aktywności w pracy zawodowej i w czasie wolnym jest lepszym predyktorem umieralności niż poszczególne rodzaje aktywności. Do oceny aktywności przyjęto 4-stopniową skalę: nieaktywni, umiarkowanie nieaktywni, umiarkowanie aktywni i aktywni. Obliczone wartości ryzyka względnego dla osób umiarkowanie nieaktywnych, umiarkowanie aktywnych i aktywnych wynosiły 0,83 (95% CI: 0,73–0,95), 0,68 (95% CI: 0,58–0,80) i 0,68 (95% CI: 0,57–0,81) w porównaniu z grupą nieaktywnych, po uwzględnieniu wieku, płci ciśnienia skurczowego krwi, poziomu cholesterolu, palenia, spożycia alkoholu, występowania cukrzycy, BMI oraz klasy społecznej i po wykluczeniu zgonów z pierwszych 2 lat obserwacji. Podobne zależności dotyczyły zgonów z powodu chorób układu krążenia. Oszacowano, że brak aktywności fizycznej (niezależnie od rodzaju) jest odpowiedzialny za 14% zgonów i chorób układu krążenia. Stąd wniosek autorów o celowości zwiększania aktywności fizycznej nie tylko w czasie wolnym, ale i w życiu zawodowym.

W literaturze przedmiotu są również dane wskazujące na brak ochronnego wpływu zawodowej aktywności fizycznej. Rosengren i Wilhelmsen objęli badaniem 7142 mężczyzn w wieku 47–55 lat bez objawów choroby niedokrwiennej na początku obserwacji (34). Dane o zawodowej i pozazawodowej aktywności fizycznej uzyskiwali przy pomocy kwestionariusza. Po okresie obserwacji, trwającym 20 lat, stwierdzono, że wśród mężczyzn mających pracę obciążającą fizycznie była nieco większa umieralność ze wszystkich przyczyn, ale nie z powodu choroby niedokrwiennej serca. Związek zawodowej aktywności fizycznej z ogólną umieralnością

przestał być istotny po uwzględnieniu czynników takich, jak palenie, pozycja zawodowa i nadużywanie alkoholu. Wśród mężczyzn uprawiających rekreacyjną aktywność fizyczną ryzyko zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca, raka i innych przyczyn było najniższe. W grupie najbardziej aktywnych mężczyzn — po uwzględnieniu palenia, ciśnienia rozkurczowego krwi, stężenia cholesterolu w surowicy, BMI, cukrzycy, nawyku picia alkoholu, niskiej pozycji zawodowej — ryzyko względne zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca wynosiło 0,72 (95% CI: 0,56–0,92), z powodu raka było na granicy istotności statystycznej, a ze wszystkich przyczyn — 0,55 (95% CI: 0,42–0,73). Badanie to uodowodniło ochronny wpływ pozazawodowej aktywności fizycznej.

W kilku badaniach wykazano, że ciężka praca fizyczna zwiększała ryzyko umieralności. Na podstawie obserwacji grupy ok. 3500 aktywnych zawodowo mężczyzn w Izraelu prowadzonej przez 8 lat Kristal-Boneh i wsp. stwierdzili, że częstość zgonów ze wszystkich przyczyn u mężczyzn wykonujących ciężką pracę fizyczną była istotnie wyższa w porównaniu z częstością stwierdzoną wśród mężczyzn wykonujących pracę mało obciążającą (35). Wskaźnik ryzyka w grupie obciążonych wynosił 1,82 (95% CI: 1,18–2,81). Podobny trend obserwowano w odniesieniu do zgonów z powodu chorób układu krążenia lub nowotworów. Autorzy tego badania wnioskują, że duże obciążenie wysiłkiem fizycznym w pracy zawodowej jest związane ze wzrostem współczynników umieralności.

W badaniach przeprowadzonych w ramach programu MONICA w Kownie — którymi Tamosiunas i wsp. objęli grupę ponad 6000 losowo wybranych aktywnych zawodowo kobiet i mężczyzn — stwierdzono, że ryzyko zgonu z powodu chorób układu krążenia było wśród pracowników fizycznych 1,5 razy większe w porównaniu z pozostałymi. Natomiast częstość występowania klasycznych czynników ryzyka wśród pracowników fizycznych była podobna jak wśród pozostałych (36).

Negatywny wpływ dużego obciążenia w pracy zawodowej potwierdzono w badaniach angiograficznych. Mukerji i wsp. stwierdzili, że zwężenie co najmniej jednej tętnicy wieńcowej o ponad 60% występuje istotnie częściej wśród mężczyzn w wieku 40–60 lat, których pracę zawodową określono jako intensywną pod względem wysiłku fizycznego, w porównaniu z mężczyznami w tym samym wieku, którzy mieli pracę siedzącą (37). Redenbacher i wsp. porównując grupę 312 osób w wieku 40–68 lat, u których angiograficznie potwierdzono występowanie choroby niedokrwiennej serca z odpowiednio



(pod względem wieku i płci) dobraną grupą kontrolną, stwierdzili, że wielkość wskaźnika obciążenia wysiłkiem fizycznym w pracy zawodowej była istotnym niezależnym czynnikiem ryzyka CHD (38). Natomiast wskaźnik obciążenia wysiłkiem w czasie wolnym był ujemnie skorelowany z ryzykiem CHD. Stwierdzono również, że poziom wskaźników zapalenia był istotnie ujemnie skorelowany ze wskaźnikiem obciążenia wysiłkiem fizycznym w czasie wolnym, zaś nie stwierdzono takiej korelacji ze wskaźnikiem obciążenia w pracy zawodowej.

PODSUMOWANIE

Niejednoznaczne wyniki badań dotyczących wpływu wysiłku fizycznego w pracy zawodowej na częstość występowania chorób układu krążenia lub umieralność z tego powodu mogą mieć kilka przyczyn. Po pierwsze, nie zawsze precyzyjnie określana była intensywność wysiłku fizycznego. Brak precyzji odnosi się zwłaszcza do tych badań, w których wysiłek oceniany był jedynie na podstawie nazwy wykonywanego zawodu. Wiadomo bowiem, że w ramach tego samego zawodu może być bardzo zróżnicowany poziom aktywności fizycznej, jak również udział wysiłku statycznego i dynamicznego, których wpływ na układ krążenia jest odmienny. Istotną rolę w interpretacji wyników odgrywa również uwzględnianie lub nieuwzględnianie aktywności fizycznej pozazawodowej. Jak wynika z wielu badań, osoby, których praca zawodowa ma bardzo małą intensywność, większą część swojej aktywności fizycznej realizują w czasie wolnym. Z kolei osoby mające ciężką pracę rzadko są bardzo aktywne w czasie wolnym. Ponadto dla kobiet znaczący może być udział prac domowych w ogólnym bilansie energetycznym.

Powell i wsp. oraz Berlin i Colditz we wnioskach z przeprowadzonych metaanaliz podkreślają, że precyzja zaplanowanych badań i dokładność określania intensywności wysiłku fizycznego miała istotny wpływ na siłę odwrotnie proporcjonalnej zależności między wielkością wysiłku a czynnikami ryzyka i częstością występowania chorób układu krążenia (31,39). Zwracają oni uwagę, że należy zbierać informacje o wszystkich rodzajach aktywności — w pracy, w drodze do pracy, w domu i w czasie wolnym — ponieważ wszystkie one składają się na ocenę ogólnego poziomu aktywności. Istotne jest także, aby precyzyjnie określić rodzaj wysiłku, gdyż, jak wskazują przedstawione dane, wysiłek dynamiczny ma działanie ochronne, natomiast wysiłki statyczne (podnoszenie, przenoszenie) najczęściej oceniano jako oddziałujące negatywnie. Ważny jest również sposób

uzyskiwania informacji, który powinien umożliwić ustalenie intensywności wysiłku w sposób ilościowy, a nie tylko jakościowy (31). Wydaje się również celowe uzyskanie informacji pozwalających na określenie życiowej dawki wysiłku i uwzględnianie jej w ocenie ryzyka, obok intensywności wysiłku bezpośrednio poprzedzającego ujawnienie się choroby. Ponadto ważne są również informacje na temat subiektywnej oceny intensywności wysiłku, gdyż pozwala ona pośrednio ocenić wydolność fizyczną i tolerancję wysiłku.

Kolejną przyczyną sprzecznych wyników dotyczących ochronnego wpływu ciężkiej pracy fizycznej może być to, że uwzględniany w analizach wysiłek fizyczny miał zbyt małą intensywność, by pełnić rolę ochronną. Z badań, których celem było określenie progu intensywności wysiłku mającego ochronne znaczenie wynika, że powinien to być wysiłek o intensywności przekraczającej 6 MET (40,41). Taką intensywność (ok. 6,2 kcal/min netto dla mężczyzny o masie ciała 70 kg) mają proste, niezmechanizowane prace, związane najczęściej z dużą komponentą wysiłku statycznego (który nie ma pozytywnego wpływu na układ krążenia). Ocenia się, że tylko ok. 10% populacji pracowników ma wystarczającą ilość dynamicznego, aerobowego wysiłku w godzinach pracy (42). Tak więc praca zawodowa, nawet ciężka praca fizyczna, najczęściej stanowi czynnik przeciążający układ krążenia, a nie usprawniający jego funkcjonowanie (20).

Reasumując, fizyczna praca zawodowa nie jest bodźcem treningowym, gdyż występująca podczas jej wykonywania kombinacja intensywności, czasu trwania i częstotliwości wysiłku fizycznego najczęściej nie jest optymalna z punktu widzenia ochronnego działania na układ krążenia.

Analizując wpływ wysiłku fizycznego na układ krążenia, należy brać pod uwagę to, że każdy intensywny wysiłek fizyczny zwiększa ryzyko nagłej śmierci sercowej. Na podstawie analiz takich przypadków u osób podejmujących wysiłki fizyczne stwierdzono, że w populacji generalnej może występować 0–2 przypadków nagłej śmierci sercowej na 100 000 osobogodzin wysiłku fizycznego (ćwiczeń fizycznych). Jest to wartość 100 razy większa niż liczba przypadków nagłej śmierci sercowej niezwiązanej z wysiłkiem fizycznym w populacji wszystkich mężczyzn w wieku 35–64 lata, lub też 10 razy większa niż częstość przypadków zgonu z powodu wypadków komunikacyjnych. Należy jednak podkreślić, że ryzyko zgonu jest istotnie mniejsze u tych, którzy są systematycznie aktywni fizycznie, np. liczba przypadków zatrzymania serca w związku z wysiłkiem fizycznym u osób, które dotychczas nie



uczestniczyły w aktywności związanej z dużym wysiłkiem fizycznym wynosiła 18/100 000 000 osobogodzin, natomiast 5/100 000 000 u osób, których aktywność fizyczna wynosiła ponad 140 godz./tydzień (43).

Intensywny wysiłek fizyczny jest również rozpatrywany jako czynnik inicjujący zawał mięśnia sercowego (44). Ocenia się, że jest on przyczyną ok. 6% zawałów u osób po 45. roku życia. Również w przypadku zawału, podobnie jak nagłej śmierci sercowej, systematyczne uczestniczenie w aktywności fizycznej zmniejsza ryzyko. Stwierdzano, że uprawianie intensywnego wysiłku fizycznego zwiększa również częstość występowania ostrych epizodów wieńcowych, ale tylko u osób, które nie ćwiczą regularnie (45).

Niezależnie od kontrowersji dotyczących wpływu aktywności fizycznej na układ krążenia, niezaprzeczalne wydaje się to, że brak tej aktywności ma wpływ negatywny. Nie można jednak propagować konieczności eliminowania pracy siedzącej. Jest ona dla współczesnych rodzajów pracy nieunikniona, a racjonalne postępowanie powinno polegać na uprawianiu aktywności fizycznej w czasie wolnym. Należy podkreślić, że praca siedząca, nawet jeżeli uznać, że ma negatywny wpływ na układ krążenia, jest czynnikiem, który może zostać zrekompenzowany zmianą trybu życia (4).

PIŚMIENNICTWO

- Kozłowski S., Nazar K., Chwalbińska-Moneta J.: Trening fizyczny — mechanizmy i efekty fizjologiczne. W: Kozłowski S., Nazar K. [red.]. Wprowadzenie do fizjologii klinicznej. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1999, s. 343
- Warburton D.E., Nicol C.W., Bredin S.S.: Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006;174(6):801–809
- Hambrecht R., Fiehn E., Weigl C., Gielen S., Hamann C., Kaiser R. i wsp.: Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998;98:2709–2715
- Hambrecht R., Wolf A., Gielen S., Linke A., Hofer J., Erbs S. i wsp.: Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2000;342:454–460
- Arakawa K.: Antihypertensive mechanism of exercise. *J. Hypertens.* 1993;11:223–229
- Oliveria S.A., Christos P.J.: The epidemiology of physical activity and cancer. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1997;833:79–90
- Smith J.K., Dykes R., Douglas J.E., Krishnaswamy G., Berk S.: Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *JAMA* 1999;281:1722–1727
- Albert M.A., Glynn R.J., Ridker P.M.: Effect of physical activity on serum C-reactive protein. *Am. J. Cardiol.* 2004;93:221–225
- Bronikowski A.M., Carter P.A., Morgan T.J., Garland T., Ung N., Pugh T.D. i wsp.: Lifelong voluntary exercise in the mouse prevents age-related alterations in gene expression in the heart. *Physiol. Genomics* 2003;12:128–138
- Leino-Arjas P., Solovieva S., Riihimäki H., Kirjonen J., Te lama R.: Leisure time physical activity and strenuousness of work as predictors of physical functioning: a 28 year follow up of a cohort of industrial employees. *Occup. Environ. Med.* 2004;61(12):1032–1038
- European Guidelines on CVD Prevention in Clinical Practice. *Eur. Heart J.* 2003;24(14):1601–1610
- Morris J.N., Heady J.A., Raffle P.A., Roberts C.G., Parks J.W.: Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet* 1953;265(6796):1111–1120
- Taylor H.L., Klepetar E., Keys A., Parlin W., Blackburn H., Puchner T.: Death rates among physically active and sedentary employees of the railroad industry. *Am. J. Public Health* 1962;52:1697–1707
- Stender M., Hense H.W., Doring A., Keil U.: Physical activity at work and cardiovascular disease risk: results from the MONICA Augsburg study. *Int. J. Epidemiol.* 1993;22(4):644–650
- Nagaya T., Kondo Y., Shibata T.: Effects of sedentary work on physical fitness and serum cholesterol profile in middle-aged male workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 2001;74(5):366–370
- Steenland K.: Epidemiology of occupation and coronary heart disease: research agenda. *Am. J. Ind. Med.* 1996;30(4):495–499
- Fransson E., De Faire U., Ahlbom A., Reuterwall C., Hallqvist J., Alfredsson L.: The risk of acute myocardial infarction: interactions of types of physical activity. *Epidemiology* 2004;15(5):573–582
- Wennberg P., Lindahl B., Hallmans G., Messner T., Weinshall L., Johansson L. i wsp.: The effects of commuting activity and occupational and leisure time physical activity on risk of myocardial infarction. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2006;13(6):924–930
- Hu G., Jousilahti P., Borodulin K., Barengo N.C., Lakka T.A., Nissinen A. i wsp.: Occupational, commuting and leisure-time physical activity in relation to coronary heart disease among middle-aged Finnish men and women. *Atherosclerosis* 2006 [doi:10.1016/j.atherosclerosis.2006.08.051]
- Ilmarinen J.: Work and cardiovascular health: viewpoint of occupational physiology. *Ann. Med.* 1989;21(3):209–214
- Tuomi K.: Characteristics of work and life predicting coronary heart disease. Finnish research project on aging workers. *Soc. Sci. Med.* 1994;38(11):1509–1519
- Virkkunen H., Harma M., Kauppinen T., Tenkanen L.: The triad of shift work, occupational noise, and physical workload and risk of coronary heart disease. *Occup. Environ. Med.* 2006;63(6):378–386



23. Gyntelberg F, Lauridsen L, Schubell K.: Physical fitness and risk of myocardial infarction in Copenhagen males aged 40–59: a five- and seven-year follow-up study. *Scand. J. Work Environ. Health* 1980;6(3):170–178
24. Theorell T, Olsson A, Engholm G.: Concrete work and myocardial infarction. *Scan. J. Work Environ. Health* 1977;3(3):144–153
25. Suurnakki T, Ilmarinen J, Wagar G, Jarvinen E, Landau K.: Municipal employees' cardiovascular diseases and occupational stress factors in Finland. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1987;59(2):107–114
26. Paffenbarger R.S., Hale W.E.: Work activity and coronary heart mortality. *N. Engl. J. Med.* 1975;292(11):545–550
27. Paffenbarger R.S. Jr, Hale W.E., Brand R.J., Hyde R.T.: Work-energy level, personal characteristics, and fatal heart attack: a birth-cohort effect. *Am. J. Epidemiol.* 1977;105(3):200–213
28. Altieri A., Tavani A., Gallus S., La Vecchia C.: Occupational and leisure time physical activity and the risk of non-fatal acute myocardial infarction in Italy. *Ann. Epidemiol.* 2004;14(7):461–466
29. Salonen J.T., Puska P., Tuomilehto J.: Physical activity and risk of myocardial infarction, cerebral stroke and death: a longitudinal study in Eastern Finland. *Am. J. Epidemiol.* 1982;115(4): 526–537
30. Salonen J.T., Slater J.S., Tuomilehto J., Rauramaa R.: Leisure time and occupational physical activity: risk of death from ischemic heart disease. *Am. J. Epidemiol.* 1988;127(1):87–94
31. Berlin J.A., Colditz G.A.: A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am. J. Epidemiol.* 1990;132(4):612–628
32. Barengo N.C., Hu G., Lakka T.A., Pekkarinen H., Nissinen A., Tuomilehto J.: Low physical activity as a predictor for total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men and women in Finland. *Eur. Heart J.* 2004;25(24):2204–2211
33. Khaw K.T., Jakes R., Bingham S., Welch A., Luben R., Day N. i wsp.: Work and leisure time physical activity assessed using a simple, pragmatic, validated questionnaire and incident cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women: The European Prospective Investigation into Cancer in Norfolk prospective population study. *Int. J. Epidemiol.* 2006;35(4):1034–1043
34. Rosengren A, Wilhelmsen L.: Physical activity protects against coronary death and deaths from all causes in middle-aged men. Evidence from a 20-year follow-up of the primary prevention study in Goteborg. *Ann. Epidemiol.* 1997;7(1):69–75
35. Kristal-Boneh E., Harari G., Melamed S., Froom P.: Association of physical activity at work with mortality in Israeli industrial employees: the CORDIS study. *J. Occup. Environ. Med.* 2000;42(2):127–135
36. Tamosiunas A., Reklaitiene R., Domarkiene S., Baceviciene M., Virviciute D.: Prevalence of risk factors and risk of mortality in relation to occupational group. *Medicina (Kaunas)* 2005;41(8):705–712
37. Mukerji V., Alpert M.A., Mukerji R., Mulekar M.: Relation of occupation to presence or absence of coronary artery disease: an angiographic study. *Angiology* 1999;50(5):375–380
38. Redenbacher D., Hoffmeister A., Brenner H., Koenig W.: Physical activity, coronary heart disease, and inflammatory response. *Arch. Intern. Med.* 2003;163(10):1200–1205
39. Powell K.E., Thompson P.D., Caspersen C.J., Kendrick J.S.: Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu. Rev. Public. Health* 1987;8:253–287
40. Lee I.M., Hsieh C.C., Paffenbarger R.S. Jr: Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. *JAMA* 1995;273(15):1179–1184
41. Swain D.P., Franklin B.A.: Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am. J. Cardiol.* 2006;97(1):141–147
42. Olsen O., Kristensen T.S.: Impact of work environment on cardiovascular diseases in Denmark. *J. Epidemiol. Community Health* 1991;45(1):4–9
43. Kohl H.W. III, Powel K.E., Gordon N.F., Blair S.N., Paffenbarger R.S. Jr: Physical activity, physical fitness and sudden cardiac death. *Epidemiol. Rev.* 1992;14:37–58
44. Hallqvist J., Moller J., Ahlbom A., Diderichsen F., Reuterwall C., de Faire U.: Does heavy physical exertion trigger myocardial infarction? A case-crossover analysis nested in a population-based case-referent study. *Am. J. Epidemiol.* 2000;151(5):459–467
45. Corrado D., Migliore F., Basso C., Thiene G.: Exercise and the risk of sudden cardiac death. *Herz* 2006;31(6):553–558

