

# Alternatywne formy aktywności fizycznej jako terapia uzupełniająca w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2

Ulf G. Bronas, PhD, ATC, ATR, Diane Treat-Jacobson, PhD, RN, FAHA, Patricia Painter, PhD, FACSM

## W skrócie

Poniższy artykuł przeglądowy prezentuje dostępne dowody świadczące o korzystnym działaniu konwencjonalnych ćwiczeń fizycznych (aerobowych, oporowych i mieszanych) lub ich alternatywnych postaci (joga, tai chi i qigong) na kontrolę metabolizmu glukozy u osób z upośledzoną tolerancją glukozy lub cukrzycą typu 2. Opierając się na dostępnych dowodach naukowych, American Diabetes Association zaleca, aby mieszany wysiłek fizyczny aerobowy i oporowy stanowił część programu prewencyjnego i leczniczego w cukrzycy typu 2.

Dane epidemiologiczne ostatnich lat wskazują na wzrastającą liczbę chorych na cukrzycę typu 2, a prognozuje się, że w 2025 roku obejmie około 300 milionów osób na całym świecie.<sup>1,2</sup> Szacuje się, że w Stanach Zjednoczonych liczba chorych na cukrzycę przekracza 24 miliony i należy do niej dodatkowo doliczyć 25% osób z niezdiagnozowaną chorobą.<sup>3</sup> Przewiduje się, że ta liczba w Stanach Zjednoczonych, głównie na skutek epidemii cukrzycy typu 2, zwiększy się do 2050 roku o 165%.<sup>4</sup>

Istotnego znaczenia nabierają powikłania cukrzycy typu 2, do których należy zaliczyć przewlekłą chorobę nerek, retinopatię, neuropatię, choroby układu sercowo-naczyniowego, miażdżycę tętnic obwodowych.<sup>5</sup> Te powikłania w znacznym stopniu obciążają zasoby ochrony zdrowia, stanowią istotny problem ekonomiczny i pochłaniają 10% wydatków na ubezpieczenia w ramach Medicare.

Odnotowano również znaczący wzrost częstości występowania czynników ryzyka cukrzycy typu 2, włączając w to otyłość i brak aktywności fizycznej, co przyczynia się do wzrostu częstości zaburzeń stężenia glukozy na czczo i stanów przedcukrzycowych. Stan przedcukrzycowy definiowany jest jako hiperglikemia niespełniająca kryteriów rozpoznania cukrzycy, co odpowiada wartości stężeń glukozy na czczo w zakresie 100-125 mg/dl lub podczas testu doustnego obciążenia glukozą w zakresie 140-199 mg/dl.<sup>2</sup> Populację osób ze stanem przedcukrzycowym cechuje duże

ryzyko rozwoju cukrzycy typu 2.<sup>5</sup> Pełne omówienie patofizjologicznych zależności stanowiących podstawę cukrzycy typu 2 wykracza poza zakres tego artykułu i zostało szeroko przedstawione w innych pracach.<sup>7</sup>

Regularny umiarkowany wysiłek fizyczny (w zakresie 50-75% rezerwy czynności rytmu serca) wyłącznie aerobowy lub uzupełniony treningiem oporowym, wykonywany przez 150 minut/tydzień przynajmniej 3 razy w tygodniu ma sprzyjać poprawie kontroli glikemii, zwiększać zużycie glukozy przez tkanki, poprawiać wskaźniki insulinowrażliwości, sprzyjać utracie masy ciała oraz poprawiać profil ryzyka sercowo-naczyniowego u osób z upośledzoną tolerancją glukozy oraz cukrzycą typu 2.<sup>2</sup>

W ostatnich dekadach zaobserwowano zainteresowanie alternatywnymi formami aktywności fizycznej, nie przedstawiono jednak szerszej opinii dowodów świadczących o korzyściach z tych popularnych form aktywności wpływających na prewencję i leczenie chorób przewlekłych. Artykuł koncentruje się na znaczeniu tych alternatywnych form aktywności ruchowej w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2 oraz redukcji czynników ryzyka sercowo-naczyniowego u osób z upośledzoną tolerancją glukozy i cukrzycą typu 2. Chociaż regularna aktywność fizyczna jest podstawą terapii nefarmakologicznej, to jako strategia lecznicza w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2 jest często niewykorzystana.

## Znaczenie regularnego wysiłku fizycznego w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2

W kilku prospektywnych badaniach epidemiologicznych udowodniono silną zależność między brakiem aktywności fizycznej, otyłością a zapadalnością na cukrzycę typu 2.<sup>8-11</sup> W 1991 roku Helmrich i wsp.<sup>9</sup> stwierdzili, że aktywność fizyczna w czasie wolnym, w porównaniu z jej brakiem, zmniejszała ryzyko cukrzycy typu 2. Podobną zależność oceniano w dwóch dużych prospektywnych badaniach, Nurses Health Study<sup>10</sup> i Health Professionals' Study.<sup>11</sup> W tych badaniach większa aktywność fizyczna w czasie wolnym w porównaniu z mniejszą redukowała ryzyko cukrzycy typu 2 o 26-38%. Stwierdzono, że poprawie wydolności fizycznej (mierzonej maksymalnym zużyciem tlenu) towarzyszy redukcja ryzyka rozwoju cukrzycy typu 2.<sup>12-14</sup>

Wykazano, że modyfikacja stylu życia, na którą składały się wzrost aktywności fizycznej i modyfikacja diety, skutecznie redukowało ryzyko cukrzycy typu 2 u osób z upośledzoną tolerancją glukozy oraz poprawiało kontrolę glikemii u chorych na rozpoznaną cukrzycę typu 2. Modyfikacja stylu życia jest obecnie postępowaniem pierwszoplanowym u osób z upośledzoną tolerancją glukozy lub nieprawidłową glikemią na czczo.<sup>2</sup>

W wielu randomizowanych badaniach kontrolowanych potwierdzono, że regularna aktywność fizyczna (30-60 minut, trzy do pięciu razy w tygodniu przy wykorzystaniu 60-75% rezerwy częstości rytmu serca [umiarkowany stopień aktywności] przez 12 lub więcej tygodni) poprawiała kontrolę glikemii i zapobiegała rozwojowi cukrzycy typu 2.<sup>16-23</sup> Metaanalizy badań obejmujących chorych na cukrzycę typu 2, których poddano umiarkowanemu wysiłkowi aerobowemu, potwierdziły redukcję wartości HbA<sub>1c</sub> (-0,6-0,7%), stężeń glukozy na czczo (-0,5%) i po posiłku (-9%), poprawę

insulinowrażliwości (28%) oraz redukcję stężeń insuliny na czczo (-20%).<sup>18,21</sup> Prawdopodobne mechanizmy odpowiedzialne za poprawę kontroli glikemii wywołaną wysiłkiem fizycznym zostały szeroko omówione w innych opracowaniach, tutaj przedstawiono je w tabeli.<sup>24-26</sup>

Regularne wykonywanie ćwiczeń oporowych (w ogólnym zarysie składających się z jednej do trzech serii 10-15 powtórzeń o umiarkowanym natężeniu [wykonywanych na poziomie 70-85% obciążenia maksymalnego] 2-3 razy w tygodniu), poprawiało kontrolę glikemii u osób z upośledzoną tolerancją glukozy i chorych na cukrzycę typu 2 (redukcja wartości HbA<sub>1c</sub> w zakresie 0,4-1,0%) podobnie do ćwiczeń aerobowych. Potwierdzono to w kilku badaniach randomizowanych i metaanalizach tych badań.<sup>18,20,21,23,27-29</sup> Ćwiczenia oporowe poprawiają metabolizm glukozy przez wzrost ekspresji w komórkach mięśniowych transporterów glukozy niezależnych od insuliny, co ułatwia transport dokomórkowy glukozy. Wzrost masy mięśniowej spowodowany treningiem oporowym zwiększa również zdolność magazynowania glikogenu w miocytach.<sup>18,21,30,31</sup>

Randomizowane badania kontrolowane wskazują, że połączony trening oporowy i aerobowy wykazuje synergiczny wpływ na kontrolę glikemii, nawet w sytuacji występowania niskich wartości HbA<sub>1c</sub>.<sup>18,21,23</sup> Wynika z nich, że połączenie treningu aerobowego i oporowego u chorych na cukrzycę typu 2 redukuje wartość HbA<sub>1c</sub> (-0,8%), stężenie glukozy na czczo (-1,5%) i po posiłku (-6%), poprawia insulinowrażliwość (106%) i obniża stężenie insuliny na czczo (-7%).<sup>18,21</sup>

Powyższe badania, jak również metaanalizy badań spowodowały, że American Diabetes Association zaleca w celach leczniczych i prewencji cukrzycy typu 2 osobom z nieprawidłową tolerancją glukozy i chorym na cukrzycę typu 2 uczestniczenie w ćwiczeniach aerobowych przynajmniej 150 minut w tygodniu w połączeniu z ćwiczeniami oporowymi o umiarkowanym natężeniu wykonywanymi 3 dni w tygodniu.<sup>2</sup>

## Joga w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2

Przewlekły stres i stany obniżonego nastroju mogą znacząco współuczestniczyć w rozwoju stanów przedcukrzycowych oraz nasilać natężenie głównych czynników ryzyka cukrzycy typu 2.<sup>32</sup> W odpowiedzi na powyższe zależności wzrosło w ostatnich latach zainteresowanie terapiami, których podstawą jest koncepcja

**Tabela. Prawdopodobne mechanizmy poprawy kontroli glikemii wywołane wysiłkiem fizycznym**

<p><b>Adaptacja biochemiczna mięśni szkieletowych</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwiększona aktywność transportera glukozy 4 (GLUT-4)</li> <li>• Zwiększona zawartość GLUT-4</li> <li>• Zwiększona dostępność transportera glukozy niezależnego od insuliny</li> <li>• Zwiększona dostępność transportera glukozy zależnego od insuliny</li> <li>• Zwiększona aktywność i zasób enzymów metabolizmu glukozy</li> <li>• Zwiększony metabolizm lipidów</li> <li>• Zmniejszona glukoneogeneza</li> </ul>
<p><b>Strukturalna adaptacja mięśni szkieletowych</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wzrost gęstości kapilar</li> <li>• Wzrost przepływu krwi przez mięśnie szkieletowe</li> <li>• Wzrost liczby włókien typu II A i rozmiaru włókien</li> </ul>
<p><b>Zmiany ogólnoustrojowe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zmniejszona ilość tkanki tłuszczowej brzusznej</li> <li>• Redukcja nasilenia procesów zapalnych</li> <li>• Obniżenie ciśnienia tętniczego</li> <li>• Poprawa profilu lipidowego</li> <li>• Poprawa wydolności aerobowej</li> </ul>

Zaadaptowano z pozycji piśmiennictwa 24-26.

jedności umysłu i ciała. Szczególnie akceptowana jest joga zdobywająca popularność u osób ze wszystkich grup wiekowych obu płci. Joga jest tradycyjną formą aktywności ruchowej wywodzącą się z Indii, którą stosowano w leczeniu wielu chorób przewlekłych, w tym cukrzycy. Zainteresowanie jogą wynika z łatwości jej praktykowania, bezpieczeństwa ćwiczeń oraz wielu korzyści psychologicznych, wliczając w to zmniejszenie natężenia stresu i sprzyjanie zdrowiu psychicznemu.<sup>33,34</sup> Funkcjonuje siedem systemów jogi,<sup>33,34</sup> które na potrzeby tego artykułu przeglądowego będą traktowane łącznie jako „joga”.

Zgodnie z naszą wiedzą wpływ jogi na czynniki ryzyka zachorowania na cukrzycę typu 2 oceniono w 22 randomizowanych badaniach kontrolowanych. Dzięki nim uzyskano dowody sugerujące, że regularne praktykowanie jogi (przez 3-6 miesięcy) może zmniejszyć ryzyko cukrzycy typu 2 i poprawić kontrolę glikemii u dorosłych.<sup>35,39</sup> Znalezione tylko 5 randomizowanych badań klinicznych, które oceniały rolę jogi u chorych na cukrzycę typu 2. Istnieje wiele ograniczeń dostępnych badań, włączając w to znaczne zróżnicowanie w zaplanowanej interwencji, czasie jej trwania, częstości ćwiczeń, brak randomizacji i grupy kontrolnej, a także niewielką siłę badania dla wykazania rezultatów zastosowanej terapii.

W jednym z nierandomizowanych badań kontrolowanych odnotowano, w porównaniu z osobami leczonymi zgodnie ze standardami medycznymi, poprawę stężenia glukozy na czczo u chorych na nadciśnienie tętnicze i choroby sercowo-

-naczyniowe po 12 miesiącach regularnego praktykowania jogi (21 nadzorowanych sesji).<sup>35</sup> Z kolei w dwóch randomizowanych badaniach kontrolowanych uzyskano sprzeczne rezultaty dotyczące wpływu jogi na kontrolę glikemii i insulinooporność u pacjentów z chorobami układu sercowo-naczyniowego.<sup>36,37</sup> Badanie z ujemnym wynikiem<sup>37</sup> polegało na wykonywaniu ćwiczeń przez 8 tygodni, po których nastąpiła roczna obserwacja, a badanie z dodatnimi wynikami<sup>36</sup> oceniało 14-tygodniowe nadzorowane praktykowanie jogi. Plan badania i czas trwania interwencji są na tyle różne, że mogą tłumaczyć odmienne wnioski uzyskane w porównywanych badaniach.

W niekontrolowanych próbach klinicznych u chorych na cukrzycę typu 2 stwierdzono poprawę w zakresie stężeń glukozy na czczo i po posiłku oraz redukcję wartości HbA<sub>1c</sub>.<sup>34</sup> Ostatnio przeprowadzone przez Gordona i wsp.<sup>38</sup> niekontrolowane badanie porównywało wpływ ćwiczeń aerobowych z jogą. Wyniki porównujące te dwie formy wysiłku wskazują na podobną poprawę w zakresie stężeń glukozy i profilu lipidowego. Jedno małe (21 badanych) randomizowane badanie kontrolowane porównywało wpływ 12 tygodni ćwiczeń jogi ze zwykłą opieką medyczną sprawowaną nad chorymi na cukrzycę typu 2.<sup>39</sup> W tym badaniu w grupie ćwiczącej jogę stwierdzono istotną statystycznie poprawę stężeń glukozy na czczo i wartości HbA<sub>1c</sub> w porównaniu do grupy kontrolnej.

Potencjalne mechanizmy odpowiedzialne za ochronny wpływ jogi pozostają nieznanne. Joga zwiększa aktywność układu

przywspółczulnego i nerwu błędnego wpływającego na serce, redukując aktywność układu współczulnego i zmniejszając nasilenie ogólnoustrojowego stanu zapalnego.<sup>34</sup> Dodatkowo wzmacnia poczucie zdrowia, zmniejsza poziom stresu, co pośrednio redukuje aktywność układu współczulnego. Inne postulowane mechanizmy uruchamiane przez praktykowanie jogi to uaktywnienie mięśni, co zwiększa zużycowanie glukozy podobnie do innych form ćwiczeń, a także poprawa profilu czynników ryzyka sercowo-naczyniowego.<sup>34</sup> Chociaż w dwóch badaniach<sup>33,34</sup> próbowano zmierzyć wpływ jogi na poprawę mierników kontroli glikemii, zbyt mała liczba randomizowanych prób kontrolowanych ( $n=5$ ) nie pozwoliła na sformułowanie definitywnych wniosków zarówno dotyczących kontroli czynników ryzyka cukrzycy typu 2, jak i kontroli glikemii.

### **Kardioprotekcyjne działanie jogi u chorych na cukrzycę typu 2**

Wpływ jogi na czynność naczyń u chorych na cukrzycę oceniano w niewielu badaniach. Sivasankaran i wsp.<sup>40</sup> badali wpływ 6-tygodniowych ćwiczeń jogi na czynność śródbrzońka w chorobach układu sercowo-naczyniowego. W tym badaniu posłużono się pomiarami zależnego od rozkurczu naczyń przepływu krwi w tętnicy ramiennej. Wykazano poprawę czynności śródbrzońka u osób z chorobami naczyniowymi, ale nie obserwowano takich zmian u osób bez tych chorób. W tym samym badaniu stwierdzono istotną redukcję wartości ciśnienia tętniczego, częstości pracy serca i BMI. Nie stwierdzono natomiast korzystnych zmian w stężeniu białka C-reaktywnego, glukozy na czczo lub poprawy profilu lipidowego.<sup>40</sup> W badaniu nie było grupy kontrolnej i trwało ono dość krótko (6 tygodni). Mimo tych ograniczeń wydaje się prawdopodobne, że joga poprawia czynność śródbrzońka u osób z jego uszkodzeniem.

W odniesieniu do redukcji stężeń cholesterolu i lipoprotein u chorych na cukrzycę typu 2 obserwowano zmienną skuteczność jogi, ale przeciętnie można uznać, że 6-12 miesięcy ćwiczeń jogi poprawia stężenia triglicerydów w podobnym zakresie jak konwencjonalny wysiłek fizyczny. Powyższa obserwacja oparta jest jedynie na trzech randomizowanych badaniach kontrolowanych. W sześciu randomizowanych badaniach kontrolowanych stwierdzono, że joga u osób z chorobami układu sercowo-naczyniowego przyczynia się do redukcji ciśnienia tętniczego (zakres 4,9-24,2%) i częstości pracy serca

(8,4%).<sup>33,34</sup> Wstępne dane sugerują również, że regularne praktykowanie jogi redukuje wskaźniki stresu oksydacyjnego i stężenie fibrynogenu, co wykazano w badaniach kontrolowanych i niekontrolowanych.<sup>38,39,41</sup> Wpływ jogi na aktywność układu współczulnego/przywspółczulnego oceniano w 9 randomizowanych badaniach kontrolowanych. W większości badaczy stwierdzili wzrost zmienności rytmu serca i poprawę wrażliwości odruchu z baroreceptorów u osób z rozpoznanymi chorobami układu sercowo-naczyniowego.<sup>33,34,43-44</sup> Zgodnie z naszą wiedzą żadne z badań nie oceniało oddziaływania jogi na aktywność współczulną i przywspółczulną u chorych na cukrzycę typu 2.

### **Tai chi w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2**

Tai chi jest formą aktywności ruchowej o charakterze leczniczo-medytacyjnym składającą się z powiązanych ze sobą choreograficznie ruchów opartych na ich płynności ze zmieniającym się środkiem ciężkości. Podobnie jak w przypadku jogi, funkcjonuje wiele odmian tai chi, ale dla celów tego artykułu wszystkie będą określane mianem tai chi.

Nierandomizowane badania niekontrolowane ogólnie potwierdziły, że tai chi powoduje istotną redukcję wartości HbA<sub>1c</sub> oraz poprawę wskaźników insulino-wrażliwości.<sup>45-47</sup> Zhang i Fu<sup>48</sup> potwierdzili redukcję stężeń glukozy na czczo oraz stężeń insuliny po 14 tygodniach ćwiczenia tai chi (1 h/dzień) u 20 chorych na cukrzycę typu 2 w porównaniu z niećwiczącą grupą kontrolną. Wang i wsp.<sup>49</sup> w niekontrolowanym badaniu klinicznym otrzymali podobne wyniki po 8 tygodniach praktykowania ćwiczeń tai chi.

Randomizowane badania kontrolowane porównujące tai-chi do innych form ćwiczeń (np. stretching i calisthenics [gimnastyka ogólnospornościowa]) lub zwykłej opieki nie wykazały poprawy wartości HbA<sub>1c</sub> ani stężeń glukozy na czczo.<sup>46,50</sup> Brak korzystnych dla tai chi wyników może być związany z mniej intensywną formą tai chi wykorzystaną w tych badaniach. Ostatnio Lam i wsp.<sup>51</sup> wykonali randomizowane badanie kontrolowane oceniające 6-miesięczny program tai chi pod kątem wpływu na kontrolę glikemii u 53 chorych na cukrzycę typu 2 w porównaniu do grupy objętej standardową opieką medyczną. Wyniki można uznać w dużej mierze za negatywne, bez istotnych różnic między porównywanymi grupami w żadnej z badanych zmiennych. Autorzy podejrzewają, że brak istotnych statystycznie różnic wynikał z małej liczby

badanych, słabej mocy badania i małej intensywności ćwiczeń tai chi.

Interesujące, że intensywność ćwiczeń tai chi szacowana jest na poziomie umiarkowanego wysiłku aerobowego (55-67% rezerwy czynności rytmu serca) w grupach zróżnicowanych według płci i wieku.<sup>48,52</sup> Klasyczne tai chi można zatem zakwalifikować do kategorii umiarkowanego aerobowego wysiłku fizycznego. Powyższe stwierdzenia potwierdzają zarówno badania przeglądowe, jak i interwencyjne, które wśród osób regularnie uprawiających ćwiczenia tai chi wykazały wyższe wartości maksymalnego zużycowania tlenu.<sup>53-55</sup>

### **Kardioprotekcyjny wpływ ćwiczeń tai chi u chorych na cukrzycę typu 2**

W badaniach przeglądowych wykazano, że regularny trening tai chi zwiększa napływ krwi tętniczej (mierzony metodą pletyzmografii impedancyjnej), przepływ krwi przez łożysko skórne oraz zwiększa stężenia metabolitów tlenu azotu w surowicy w porównaniu do osób z grupy kontrolnej dobranych pod względem wieku.<sup>53-56</sup> Chociaż powyższe mierniki stwarzają techniczne problemy i mogą być zakłócone przez szereg procesów fizjologicznych, możliwe, że tai chi poprawia czynność naczyń, wykorzystując te same mechanizmy, jakie zachodzą w przypadku treningu o charakterze wytrzymałościowym. Wyniki randomizowanych i nierandomizowanych badań kontrolowanych wykazały redukcję wartości ciśnienia tętniczego i submaksymalnych częstości rytmu serca, podobnie jak po konwencjonalnych ćwiczeniach aerobowych u chorych z nadciśnieniem tętniczym lub rozpoznaną chorobą układu sercowo-naczyniowego.<sup>54,55,57,58</sup> Lam i wsp.<sup>51</sup> w randomizowanym badaniu kontrolowanym nie stwierdzili, aby 6-miesięczny program ćwiczeń tai chi u chorych na cukrzycę typu 2 poprawiał kontrolę ciśnienia tętniczego lub profil lipidowy w porównaniu do grupy kontrolnej.

W kilku badaniach oceniających profil lipidowy stwierdzono niewielką (choć wyniki cechuje zmienność) redukcję stężeń triglicerydów i niewielki wzrost stężenia cholesterolu HDL w zakresie podobnym do wyliczonego w metaanalizach badań konwencjonalnego wysiłku fizycznego.<sup>51,54</sup> Podobnie Wang i wsp. (publikacja w języku chińskim)<sup>54</sup> potwierdzili u ćwiczących tai chi poprawę aktywności układu przywspółczulnego ocenianą za pomocą wskaźników zmienności rytmu serca.

Chociaż powyższe wyniki wydają się obiecujące, to w większości badań nie

przeprowadzono randomizacji lub nie było grupy kontrolnej. Dodatkowo wyniki opublikowanych badań miały charakter ogólnikowy, nie przeprowadzono też w nich właściwej analizy statystycznej. W kilku przeprowadzonych randomizowanych badaniach kontrolowanych otrzymano zróżnicowane wyniki: w części odnotowano poprawę w ekspresji czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego, w części nie potwierdzono żadnej poprawy w tym zakresie.

## **System ćwiczeń qigong w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2**

Qigong jest starożytną formą wysiłku fizycznego praktykowaną w Chinach, często jako część tai chi. Qigong opisywano jako formę medytacji w ruchu, na którą składają się okrężne i spiralne ruchy przemieszczające środek ciężkości połączone z medytacyjnymi technikami oddychania.<sup>59</sup> Istnieje wiele odmian qigongu, ale dla celów tego artykułu wszystkie są nazywane qigong.

Omawiana forma ćwiczeń medytacyjnych zyskała ostatnio dużą popularność, szczególnie wśród starszych osób. Niewiele badań oceniało przydatność qigongu u osób z chorobami przewlekłymi. Wiele z nich publikowano w języku chińskim i nie tłumaczono na angielski.<sup>59</sup>

W 1999 roku Iwao i wsp.<sup>60</sup> opublikowali małe pilotażowe badanie ( $n=10$ ) oceniające wpływ qigong (wolny marsz połączony z ruchami okrężnymi i technikami oddychania) na stężenie glukozy u chorych na cukrzycę. W tym badaniu wykazano redukcję stężeń glukozy dzięki marszowi qigong, chociaż w mniejszym stopniu niż dla konwencjonalnych form marszu (7 vs 23 mg/dl). Marsze qigong powodowały podobny wzrost częstości rytmu serca i ciśnienia tętniczego, jaki obserwowano w umiarkowanych formach aktywności fizycznej (tj. 60-65% rezerwy częstości rytmu serca), co oznacza, że należało się spodziewać korzyści o podobnej sile jak w przypadku zwykłych ćwiczeń marszowych. Nie badano powyższych zależności w randomizowanych badaniach kontrolowanych u osób z upośledzoną tolerancją glukozy lub cukrzycą.<sup>59</sup>

W jednym z niewielkich randomizowanych badań kontrolowanych badacze oceniali wpływ 4-miesięcznego programu ćwiczeń qigong na wartość HbA<sub>1c</sub> u chorych na cukrzycę typu 2.<sup>61</sup> W tym badaniu potwierdzono wśród ćwiczących qigong istotną statystycznie redukcję wartości HbA<sub>1c</sub> wynoszącą 0,68% w porównaniu z grupą kontrolną objętą zwykłą opieką.

Po kolejnych 4 miesiącach, gdy w grupie kontrolnej wdrożono program ćwiczeń qigong, również w niej zaobserwowano istotne zmniejszenie wartości HbA<sub>1c</sub>, wynoszące 0,94% w porównaniu z wartościami wyjściowymi.

Artykuł przeglądowy z 2007 roku napisany przez Xin i wsp.<sup>59</sup> podsumowuje wpływ ćwiczeń qigong na wyniki leczenia cukrzycy. Przeglądem objęto 69 badań poświęconych zagadnieniu, ale tylko 11 z nich spełniło kryteria włączenia, w których oceniano wartość HbA<sub>1c</sub> i stężenie glukozy na czczo przed i po interwencji. Dziesięć z tych badań opublikowano w języku chińskim, a jedno w angielskim. W analizie widoczna jest duża różnorodność zarówno w zakresie rodzajów ćwiczeń qigong, jak i czasu trwania badania, podkreślono mały rozmiar badań i tylko w jednym z nich włączono grupę kontrolną. Mimo tych ograniczeń ćwiczenia qigong poprawiają kontrolę glikemii w podobnym zakresie jak inne formy wysiłku fizycznego, doprowadzając do redukcji wartości HbA<sub>1c</sub> w zakresie 0,8-0,94%.<sup>59</sup> Ponownie nie można sformułować ostatecznych wniosków dotyczących znaczenia ćwiczeń qigong z powodu braku odpowiednio skonstruowanych randomizowanych badań kontrolowanych.

Qigong powoduje zmniejszenie natężenia stresu (podobnie jak joga i tai chi), redukuje napięcie układu współczulnego, co doprowadza do obniżenia stężenia krążących amin katecholowych, hormonów stresu, takich jak kortyzol, i ostatecznie obniża stężenia glukozy.<sup>62</sup> Ponieważ qigong stymuluje układ krążenia, prawdopodobnie korzystne wyniki marszu qigong są podobne do tych, jakich można się spodziewać po konwencjonalnych marszach.<sup>60,63</sup> Podobnie jak w innych formach aktywności fizycznej, qigong wpływając na mięśnie szkieletowe, zwiększa dostępność transporterów glukozy niezależnych od insuliny.

## **Kardioprotekcyjny wpływ ćwiczeń qigong u chorych na cukrzycę typu 2**

Tylko w kilku badaniach przedstawiono wpływ ćwiczeń qigong na czynniki ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego u chorych na cukrzycę typu 2. Większość z tych badań było publikowanych w języku chińskim i charakteryzowało się brakiem randomizacji, grupy kontrolnej i niewielką siłą badania. W artykule przeglądowym z 2007 r. Xin i wsp.<sup>59</sup> włączyli do analizy badania publikowane zarówno w języku angielskim, jak i chińskim. W tym przeglądzie, opartym na danych z badań, stwierdzili, że

ćwiczenia qigong korzystnie wpływają u chorych na cukrzycę typu 2 na wartości ciśnienia tętniczego, stężenia triglicerydów i cholesterolu. Chociaż obserwowane zmiany były podobne do uzyskanych po konwencjonalnych formach wysiłku fizycznego, to należy podchodzić do tych wyników ostrożnie, gdyż prezentowane badania charakteryzowały się dużą różnorodnością w zakresie projektu oraz brakiem randomizacji i grup kontrolnych.

Istnieje jedynie ograniczona liczba ważnych dla omawianego tematu randomizowanych badań kontrolowanych. Lee i wsp.<sup>62</sup> w randomizowanej próbie kontrolowanej badali wpływ 10-tygodniowych ćwiczeń qigong na wartości ciśnienia tętniczego u chorych na nadciśnienie tętnicze pierwotne i stwierdzili istotną redukcję jego wartości skurczowych i rozkurczowych w grupie ćwiczącej qigong. W tej grupie stwierdzono też spadek stężenia krążących amin katecholowych, co sugerowało, że redukcja ciśnienia tętniczego może zależeć od zmniejszonej aktywności układu współczulnego. Lee i wsp.<sup>64</sup> odnotowali, że w grupie ćwiczeń qigong w porównaniu z grupą kontrolną po 8 tygodniach stwierdzono redukcję stężeń cholesterolu całkowitego, cholesterolu HDL, apolipoprotein oraz wartości HbA<sub>1c</sub>. Posługując się dostępnymi badaniami w języku chińskim i angielskim, stworzono metaanalizę oceniającą wpływ ćwiczeń qigong na poprawę czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego.<sup>65</sup> Na podstawie trzech badań stwierdzono, że ćwiczenia qigong, w porównaniu do grupy niećwiczącej, redukują wartości ciśnienia tętniczego.

## **Ograniczenia publikowanych badań dotyczących alternatywnych form wysiłku fizycznego w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2**

Chociaż liczba dostępnych publikacji oceniających skuteczność alternatywnych form aktywności fizycznej w prewencji i leczeniu chorób przewlekłych, takich jak cukrzyca, istotnie wzrasta, to nadal pozostają niewyjaśnione problemy. Zazwyczaj one w następujących punktach:

1. Istnieje wiele różnorodnych form omawianych ćwiczeń fizycznych różniących się między sobą zasadami, liczbą wykonywanych ruchów, a także użyciem dodatkowych przyrządów (np. w różnych sztukach walki).
2. Zróżnicowanie dotyczy również wykonywania ćwiczeń pojedynczo, w grupie lub pod nadzorem instruktora.

3. Czas trwania, częstość, intensywność ćwiczeń oraz ich postęp rzadko odnotowywano w badaniach, brakowało standaryzacji, występowały także w tym zakresie różnice między badaniami.
4. Zbyt mało było dobrze zaprojektowanych randomizowanych badań kontrolowanych, z odpowiednią liczbą badanych, aby wykryć znaczące kliniczne lub statystycznie różnice.

## Podsumowanie

Chociaż wiele osób z zadowoleniem uprawia jogę, tai-chi i qigong jako preferowane formy aktywności fizycznej, to dowody wskazujące na płynące z nich korzyści w prewencji i leczeniu cukrzycy typu 2 mają ograniczony oraz niejednoznaczny charakter. Opierając się na dostępnych danych, nie można potwierdzić, że joga, tai chi i qigong tak samo skutecznie jak ćwiczenia aerobowe i oporowe lub ich kombinacja wpływają na prewencję i leczenie cukrzycy typu 2.

Diabetes Spectrum, Vol. 22, No. 4, 2009, p. 200, Alternative Forms of Exercise Training as Complementary Therapy in the Prevention and Management of Type 2 Diabetes.

## Piśmiennictwo

- 1 King H, Aubert RE, Herman WH: Global burden of diabetes, 1995–2025: prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes Care* 21:1414–1431, 1998
- 2 American Diabetes Association: Standards of medical care in diabetes—2009. *Diabetes Care* 32:S13–S27, 2009
- 3 Centers for Disease Control and Prevention: National diabetes fact sheet: general information and national estimates on diabetes in the United States, 2007. Atlanta, Ga., U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2008
- 4 Boyle JP, Honeycutt AA, Narayan KM, Hoerger TJ, Geiss LS, Chen H, Thompson TJ: Projection of diabetes burden through 2050: impact of changing demography and disease prevalence in the U.S. *Diabetes Care* 24:1936–1940, 2001
- 5 National Kidney Foundation: Clinical practice guidelines and clinical practice recommendations for diabetes and chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis* 49:S13–S17, 2007
- 6 Engelgau MM, Geiss LS, Saaddine JB, Boyle JP, Benjamin SM, Gregg EW, Tierney EF, Rios-Burrows N, Mokdad AH, Ford ES, Imperatore G, Narayan KM: The evolving diabetes burden in the United States. *Ann Intern Med* 140:945–950, 2004
- 7 Hamman RF: Genetic and environmental determinants of non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM). *Diabetes Metab Rev* 8:287–338, 1992
- 8 Bassuk SS, Manson JE: Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *J Appl Physiol* 99:1193–1204, 2005
- 9 Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr: Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 325:147–152, 1991
- 10 Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, Rosner B, Hennekens CH, Speizer FE: Physical activity and incidence of non-

insulindependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 338:774–778, 1991

- 11 Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, Speizer FE, Manson JE: Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *JAMA* 282:1433–1439, 1999
- 12 Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K: Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA* 290:3092–3100, 2003
- 13 Bjornholt JV, Erikssen G, Liestol K, Jervell J, Erikssen J, Thaulow E: Prediction of type 2 diabetes in healthy middle-aged men with special emphasis on glucose homeostasis: results from 22,5 years' follow-up. *Diabet Med* 18:261–267, 2001
- 14 Eriksson KF, Lindgarde F: Poor physical fitness, and impaired early insulin response but late hyperinsulinaemia, as predictors of NIDDM in middle-aged Swedish men. *Diabetologia* 39:573–579, 1996
- 15 Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH, Howard BV: Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 20:537–544, 1997
- 16 Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hämmäläinen H, Ilanne-Parikka P, Keinänen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M; Finnish Diabetes Prevention Study Group: Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 344:1343–1350, 2001
- 17 Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM; Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346:393–403, 2002
- 18 Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA: Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD002968, 2006
- 19 Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ: Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 286:1218–1227, 2001
- 20 Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ: Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 46:1071–1081, 2003
- 21 Snowling NJ, Hopkins WG: Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 29:2518–2527, 2006
- 22 Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C: Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 27:2518–2539, 2004
- 23 Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, Reid RD, Tulloch H, Coyle D, Phillips P, Jennings A, Jaffey J: Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 147:357–369, 2007
- 24 Ivy JL, Zderic TW, Fogt DL: Prevention and treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Exerc Sport Sci Rev* 27:1–35, 1999
- 25 Lund S, Holman GD, Schmitz O, Pedersen O: Contraction stimulates translocation of glucose transporter GLUT4 in skeletal muscle through a mechanism distinct from that of insulin. *Proc Natl Acad Sci U S A* 92:5817–5821, 1995
- 26 Wojtaszewski JF, Nielsen JN, Richter EA: Invited review: effect of acute exercise on insulin signaling and action in humans. *J Appl Physiol* 93:384–392, 2002
- 27 Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda-Sceppa C: Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 39:1435–1445, 2007
- 28 Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, Zimmet P: High-intensity

resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25:1729–1736, 2002

- 29 Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, Roubenoff R, Tucker KL, Nelson ME: A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25:2335–2341, 2002
- 30 Gulve EA: Exercise and glycemic control in diabetes: benefits, challenges, and adjustments to pharmacotherapy. *Phys Ther* 88:1297–1321, 2008
- 31 Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ: Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 26:2977–2982, 2003
- 32 Vitaliano PP, Scanlan JM, Zhang J, Savage MV, Hirsch IB, Siegler IC: A path model of chronic stress, the metabolic syndrome, and coronary heart disease. *Psychosom Med* 64:418–435, 2002
- 33 Aljasir B, Bryson M, Al-Shehri B: Yoga practice for the management of type II diabetes mellitus in adults: a systematic review. *Evid Based Complement Altern Med*. Electronically published ahead of print (doi: 10.1093/ecam/nen027). Available at <http://ecam.oxfordjournals.org/cgi/reprint/nen027v1>. Accessed 7 May 2008
- 34 Innes KE, Bourguignon C, Taylor AG: Risk indices associated with the insulin resistance syndrome, cardiovascular disease, and possible protection with yoga: a systematic review. *J Am Board Fam Pract* 18:491–519, 2005
- 35 Yogendra J, Yogendra HJ, Ambardekar S, Lele RD, Shetty S, Dave M, Husein N: Beneficial effects of yoga lifestyle on reversibility of ischaemic heart disease: Caring Heart Project of the International Board of Yoga. *J Assoc Physicians India* 52:283–289, 2004
- 36 Mahajan AS, Reddy KS, Sachdeva U: Lipid profile of coronary risk subjects following yogic lifestyle intervention. *Indian Heart J* 51:37–40, 1999
- 37 van Montfrans GA, Karemaker JM, Wieling W, Dunning AJ: Relaxation therapy and continuous ambulatory blood pressure in mild hypertension: a controlled study. *BMJ* 300:1368–1372, 1990
- 38 Gordon LA, Morrison YE, McGrowder DA, Young R, Frazer YT, Zamora EM, Alexander-Limo RL, Irving RR: Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress in patient with type 2 diabetes. *BMC Complement Altern Med*. Electronically published ahead of print (doi: 10.1186/1472-6882-8-21). Available from <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/8/21>
- 39 Monro R, Power J, Coumar A, Dandona P: Yoga therapy for NIDDM: a control trial. *Complement Med Res* 6:66–68, 1992
- 40 Sivasankaran S, Pollard-Quintner S, Sachdeva R, Pugada J, Hoq SM, Zarich SW: The effect of a six-week program of yoga and meditation on brachial artery reactivity: do psychosocial interventions affect vascular tone? *Clin Cardiol* 29:393–398, 2006
- 41 Chohan IS, Nayar HS, Thomas P, Geetha NS: Influence of yoga on blood coagulation. *Thromb Haemost* 51:196–197, 1984
- 42 Bowman AJ, Clayton RH, Murray A, Reed JW, Subhan MM, Ford GA: Effects of aerobic exercise training and yoga on the baroreflex in healthy elderly persons. *Eur J Clin Invest* 27:443–449, 1997
- 43 Panjwani U, Gupta HL, Singh SH, Selvamurthy W, Rai UC: Effect of sahaja yoga practice on stress management in patients of epilepsy. *Indian J Physiol Pharmacol* 39:111–116, 1995
- 44 Patel C: Yoga and biofeedback in the management of "stress" in hypertensive patients. *Clin Sci Mol Med June (Suppl. 2):S171–S174, 1975*
- 45 Lee MS, Pittler MH, Kim MS, Ernst E: Tai chi for type 2 diabetes: a systematic review. *Diabet Med* 25:240–241, 2008
- 46 Tsang T, Orr R, Lam P, Comino EJ, Singh MF: Health benefits of tai chi for older patients with type 2 diabetes: the "Move It for Diabetes" study: a randomized controlled trial. *Clin Interv Aging* 2:429–439, 2007
- 47 Orr R, Tsang T, Lam P, Comino E, Singh MF: Mobility impairment in type 2 diabetes: association with

- muscle power and effect of tai chi intervention. *Diabetes Care* 29:2120–2122, 2006
- 48 Zhang Y, Fu FH: Effects of 14-week tai ji quan exercise on metabolic control in women with type 2 diabetes. *Am J Chin Med* 36:647–654, 2008
- 49 Wang JH: Effects of tai chi exercise on patients with type 2 diabetes. *Med Sport Sci* 52:230–238, 2008
- 50 Tsang T, Orr R, Lam P, Comino E, Singh MF: Effects of tai chi on glucose homeostasis and insulin sensitivity in older adults with type 2 diabetes: a randomised double-blind sham-exercise-controlled trial. *Age Ageing* 37:64–71, 2008
- 51 Lam P, Dennis SM, Diamond TH, Zwar N: Improving glycaemic and BP control in type 2 diabetes: the effectiveness of tai chi. *Aust Fam Phys* 37:884–887, 2008
- 52 Lan C, Chen SY, Lai JS: The exercise intensity of tai chi chuan. *Med Sport Sci* 52:12–19, 2008
- 53 Wang JS, Lan C, Wong MK: Tai chi chuan training to enhance microcirculatory function in healthy elderly men. *Arch Phys Med Rehabil* 82:1176–1180, 2001
- 54 Wang C, Collet JP, Lau J: The effect of tai chi on health outcomes in patients with chronic conditions: a systematic review. *Arch Intern Med* 164:493–501, 2004
- 55 Taylor-Piliae RE, Haskell WL, Froelicher ES: Hemodynamic responses to a community-based tai chi exercise intervention in ethnic Chinese adults with cardiovascular disease risk factors. *Eur J Cardiovasc Nurs* 5:165–174, 2006
- 56 Wang JS, Lan C, Chen SY, Wong MK: Tai chi chuan training is associated with enhanced endothelium-dependent dilation in skin vasculature of healthy older men. *J Am Geriatr Soc* 50:1024–1030, 2002
- 57 Yeh GY, Wang C, Wayne PM, Phillips RS: The effect of tai chi exercise on blood pressure: a systematic review. *Prev Cardiol* 11:82–89, 2008
- 58 Lee MS, Pittler MH, Taylor-Piliae RE, Ernst E: Tai chi for cardiovascular disease and its risk factors: a systematic review. *J Hypertens* 25:1974–1975, 2007
- 59 Xin L, Miller YD, Brown WJ: A qualitative review of the role of qigong in the management of diabetes. *J Altern Complement Med* 13:427–433, 2007
- 60 Iwao M, Kajiyama S, Mori H, Oogaki K: Effects of qigong walking on diabetic patients: a pilot study. *J Altern Complement Med* 5:353–358, 1999
- 61 Tsujiuchi T, Kumano H, Yoshiuchi K, He D, Tsujiuchi Y, Kuboki T, Suematsu H, Hirao K: The effect of qi-gong relaxation exercise on the control of type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 25:241–242, 2002
- 62 Lee MS, Lee MS, Kim HJ, Moon SR: Qigong reduced blood pressure and catecholamine levels of patients with essential hypertension. *Int J Neurosci* 113:1691–1701, 2003
- 63 Kjos V, Etnier JL: Pilot study comparing physical and psychological responses in medical qigong and walking. *J Aging Phys Act* 14:241–253, 2006
- 64 Lee MS, Lee MS, Kim HJ, Choi ES: Effects of qigong on blood pressure, high-density lipoprotein cholesterol and other lipid levels in essential hypertension patients. *Int J Neurosci* 114:777–786, 2004
- 65 Lee MS, Pittler MH, Guo R, Ernst E: Qigong for hypertension: a systematic review of randomized clinical trials. *J Hypertens* 25:1525–1532, 2007

---

*Ulf G. Bronas, PhD, ATC, ATR, jest profesorem nadzwyczajnym, Diane Treat-Jacobson, PhD, RN, FAHA i Patricia Painter, PhD, FACSM, są profesorami nadzwyczajnymi w University of Minnesota School of Nursing w Minneapolis.*