

Andrzej Gawrecki, Dariusz Naskręt, Dorota Zozulińska-Ziółkiewicz

Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Diabetologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

# Sport a cukrzyca typu 1

## Sport and type 1 diabetes mellitus

### STRESZCZENIE

Sportowcy chorzy na cukrzycę wymagają indywidualnej edukacji i dostosowania modelu leczenia do wymagań sportowych. Dobre wyrównanie metaboliczne cukrzycy stanowi kluczowy element efektywności treningu fizycznego i sukcesu sportowego. Błędy w zakresie insulinoterapii nie tylko negatywnie wpływają na osiągnięcia sportowe, ale, co ważniejsze, zwiększają ryzyko wystąpienia ostrych powikłań cukrzycy, hipoglikemii i kwasicy cukrzycowej ketonowej. (Diabet. Prakt. 2011; 12, 2: 52–55)

Słowa kluczowe: sport, cukrzyca typu 1, insulinoterapia

### ABSTRACT

Athletes with diabetes call for individual diabetic education and their insulin treatment should be adapted to sports demand. Good metabolic control of diabetes is a key element of physical training efficiency. Misstatements in insulin treatment have negative effect on athletic accomplishments and increase the risk of acute diabetic complications such as hypoglycemia and diabetic ketoacidosis. (Diabet. Prakt. 2011; 12, 2: 52–55)

Key words: sport, type 1 diabetes mellitus, insulin therapy

Adres do korespondencji: lek. Andrzej Gawrecki  
Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Diabetologii,  
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu  
Szpital im. Fr. Raszei  
ul. Mickiewicza 2, 60–834 Poznań  
tel./faks: (61) 847 45 79  
e-mail: kldiab@raszeja.poznan.pl  
Diabetologia Praktyczna 2011, tom 12, 2: 52–55  
Copyright © 2011 Via Medica  
Nadesłano: 07.04.2011 Przyjęto do druku: 22.04.2011

### Wprowadzenie

Wysiłek fizyczny odgrywa istotną rolę w życiu człowieka. Przez wiele lat panowało przekonanie, że osoby chorujące na cukrzycę powinny unikać nadmiernej aktywności fizycznej. Aktualnie wysiłek fizyczny jest uznany przez środowisko medyczne za integralną i niezbędną składową leczenia cukrzycy [1].

Spośród chorych na cukrzycę wielu uprawia regularnie sport, a część z nich robi to wyczynowo. Osoba z cukrzycą typu 1 uprawiająca sport wymaga bardzo precyzyjnego dawkowania insuliny oraz dużej wiedzy i umiejętności interpretacji zjawisk metabolicznych zachodzących w organizmie podczas treningu fizycznego.

Dlatego też u sportowców z cukrzycą konieczne jest prowadzenie indywidualnej edukacji i dostosowanie modelu leczenia do wymagań sportowych.

### Metabolizm w trakcie wysiłku fizycznego

Podstawowym materiałem energetycznym dla pracujących mięśni jest glukoza pochodząca z pokarmu oraz procesów glikogenolizy i glukoneogenezy [2]. W utrzymaniu równowagi energetycznej w trakcie treningu fizycznego ważną rolę odgrywają hormony, m.in. insulina, katecholaminy, glukagon, glikokortykosteroidy i hormon wzrostu. Sportowcom, również tym z cukrzycą, zaleca się stosowanie diety bogatowęglowodanowej. Dobowe zapotrzebowanie na energię jest wówczas w 60–70% pokrywane przez węglowodany. Długotrwałe wysiłki fizyczne wymaga oprócz glukozy uruchomienia dodatkowych źródeł energii w postaci uwalnianych w procesie lipolizy kwasów tłuszczowych. Ilość energii wydatkowana podczas wysiłku fizycznego zależy od dyscypliny sportu, celu treningu, wieku sportowca, wytrenowania oraz od rangi zawodów. Dieta sportowca charakteryzuje się również zwiększoną

ilością białka (trening wytrzymałościowy: 1,2–1,4 g/kg mc./d., trening siłowy: 1,6–1,7 g/kg mc./d.) [3, 4]. Białko w diecie usprawnia wykorzystanie spożywanych węglowodanów. Podobnie jak tłuszcze wywiera pośredni wpływ na stężenie glukozy we krwi. Dlatego przy ustalaniu dawek insuliny podawanej przed posiłkami należy uwzględnić nie tylko ilość spożywanych węglowodanów, ale także białka i tłuszczów. Po zakończeniu aktywności fizycznej zaleca się spożycie posiłku węglowodanowego i podanie insuliny. Nie bez znaczenia jest również odbudowanie zapasów glikogenu w wątrobie i mięśniach, dlatego też należy spożyć posiłek węglowodanowy w czasie 2 godzin po treningu [5]. Duże zasoby glikogenu zapobiegają późnym niedocukrzeniom oraz zwiększają wydolność fizyczną.

Preferowaną formą aktywności fizycznej u chorych na cukrzycę jest wysiłek aerobowy (trening wytrzymałościowy) [6]. W jego trakcie glukoza jest spalana w obecności tlenu. Przykłady wysiłku aerobowego to: szybki marsz, bieg, jazda na rowerze, pływanie, wioślarstwo. Regularny trening wytrzymałościowy wiąże się z licznymi korzyściami zdrowotnymi, m.in. zmniejsza częstość pracy serca, obniża wartość ciśnienia tętniczego, zwiększa pojemność minutową i objętość wyrzutową serca. Wysiłek anaerobowy to z kolei ćwiczenia krótkotrwałe o dużej intensywności. Mięśnie nie dostają wystarczającej ilości tlenu, dlatego produkcja energii odbywa się w warunkach beztlenowych. Do tego rodzaju wysiłków zalicza się statyczne treningi izometryczne, którym towarzyszy wzrost częstości pracy serca oraz wartości ciśnienia tętniczego. Przykładami wysiłku anaerobowego są podnoszenie ciężarów i inne statyczne wysiłki obciążeniowe.

### **Zagrożenia i ograniczenia związane z wysiłkiem fizycznym u chorych na cukrzycę typu 1**

#### **Hipoglikemia**

U chorych na cukrzycę typu 1 podczas aktywności fizycznej stężenie egzogennej insuliny we krwi nie podlega fizjologicznej regulacji. Wiąże się to ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia hipoglikemii, która stanowi największe zagrożenie podczas uprawiania sportu przez osoby z cukrzycą. Należy jednak podkreślić, że odpowiednia edukacja zawodników oraz trenerów powinna pozwolić na uniknięcie niebezpiecznych sytuacji. Obawa przed niedocukrzeniem nie może być przeszkodą w uprawianiu sportu przez chorych na cukrzycę w klubach sportowych, a w przypadku dzieci i młodzieży również podczas

lekcji wychowania fizycznego. Wystąpienie niedocukrzenia zależy od rodzaju preparatu, dawki insuliny, wartości glikemii i ilości spożytych przed aktywnością fizyczną węglowodanów, a także od rodzaju i czasu trwania treningu sportowego [7]. Hipoglikemia może się pojawić w trakcie, bezpośrednio po lub w kilka godzin po zakończeniu aktywności fizycznej. Aby zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia hipoglikemii, sportowiec z cukrzycą, planując trening w ciągu 1–2 godziny od momentu podania insuliny, powinien zredukować dawkę bolusa o 30–50% [8]. Jeżeli trening będzie przeprowadzony po 2 godzinach od głównego posiłku, zaleca się spożycie, zależnie od wartości glikemii, dodatkowej porcji węglowodanów. Redukcja w takiej sytuacji dawki insuliny sprawiłaby, że pacjent przystąpiłby do ćwiczeń z hiperglikemią.

Aktywność fizyczna trwająca wiele godzin (kilka treningów w ciągu dnia, biegi na długie dystanse) będzie wymagała zmniejszenia dawki insuliny długodziałającej (bazy) — w ten sposób można bowiem zapobiec wystąpieniu późnych hipoglikemii, również w godzinach nocnych [9]. U pacjentów leczonych za pomocą osobistej pompy insulinowej (OPI) niezbędne jest w tych warunkach ustawienie drugiego, zmniejszonego wlewu podstawowego lub wykorzystanie funkcji czasowego zmniejszenia bazy. Przyczynę niedocukrzeń u pacjentów leczonych za pomocą OPI mogą stanowić także depozyty insuliny w tkance podskórnej, które tworzą się podczas zbyt rzadkiej wymiany zestawów infuzyjnych. Sportowiec z cukrzycą powinien zostać również poinformowany o hipoglikemizującym wpływie masażu, stosowania ciepła, lodu oraz suchych lub wodnych masażu na kinetykę wchłaniania insuliny z tkanki podskórnej [10]. Z powodu zagrożenia hipoglikemią niezwykle istotne jest uczestnictwo w procesie edukacji osób z otoczenia sportowców, które powinny umieć prawidłowo zareagować na niedocukrzenie.

Intensywna aktywność fizyczna prowadzi do wykorzystania zapasów glikogenu w mięśniach i wątrobie. Dlatego też w przypadku ciężkiego niedocukrzenia podanie glukagonu może nie spowodować wzrostu wartości glikemii.

#### **Hiperglikemia związana z treningiem sportowym**

Bardzo intensywne wysiłki, szczególnie wysiłki anaerobowe, mogą się przyczyniać do wzrostu glikemii. Jest on spowodowany wyrzutem adrenaliny, noradrenaliny, kortyzolu, glukagonu oraz hormonu wzrostu. Efekt ten dodatkowo może nasilać stres związany ze współzawodnictwem [11]. Hiper-

glikemia może też być konsekwencją błędu wynikającego z obawy przed hipoglikemią. Polega on najczęściej na spożyciu zbyt dużej porcji węglowodanów w stosunku do podanej insuliny. Dlatego też sportowcy z cukrzycą niechętnie są włączani do rozgrywek drużynowych, w których niedyspozycja jednego z zawodników wpływa na wyniki całego zespołu. Znany jest w Polsce przypadek zawodnika grającego w drugiej lidze piłkarskiej, który został usunięty z pierwszego składu drużyny po epizodzie niedoczerzenia z utratą przytomności.

W przypadku osób leczonych za pomocą ciągłego podskórnego wlewu insuliny przyczyną hiperglikemii może być odłączenie pompy od ciała na czas treningu. Taka sytuacja będzie następstwem zbyt długiej przerwy w podawaniu wlewu podstawowego, niepoprzedzonej podaniem niewielkiego bolusa insuliny. W trakcie treningu fizycznego dla prawidłowego metabolizmu konieczne jest optymalne zaopatrzenie organizmu w insulinę. Jej znaczny niedobór powoduje bowiem nasiloną lipolizę i ketogenezę.

### Kontrola glikemii podczas treningu sportowego

Wyrównanie metaboliczne cukrzycy wpływa na wydolność fizyczną. Samokontrola glikemii to nieodłączny element procesu terapeutycznego u sportowca z cukrzycą. Wymagana jest więc kontrola stężenia glukozy we krwi za pomocą glukometru przed treningiem, w jego trakcie oraz przez kilka godzin po zakończeniu ćwiczeń [12]. Każdy pomiar glikemii dostarcza informacji, które pozwalają na odpowiednie dopasowanie dawek insuliny i spożywanych posiłków w celu optymalizacji wyrównania metabolicznego. Nowe możliwości kontroli glikemii w trakcie treningu sportowego oferują systemy do ciągłego jej monitorowania (CGMS, *continuous glucose monitoring system*). Wykazano, że ich zastosowanie zmniejsza ryzyko hipoglikemii w trakcie i po treningu fizycznym [13]. W Polsce dostępne jest urządzenie Guardian RT oraz niektóre modele pomp insulinowych wyposażonych w CGMS (Paradigm 722, Paradigm VEO). Jest to niezwykle ważne, ponieważ dla chorych na cukrzycę typu 1 uprawiających sport najlepszym modelem substytucji insuliny wydaje się ciągły podskórny wlew szybko działającego analogu insuliny. Możliwości techniczne osobistej pompy insulinowej pozwalają na czasową redukcję wlewu podstawowego, precyzyjne wyliczenie dawki insuliny do posiłku oraz lepszą synchronizację pomiędzy poposiłkową glikemią i insulinemią. Pozwala to na bezpieczną optymalizację wartości glikemii w ciągu doby.

### Bezpieczny trening fizyczny u chorych na cukrzycę typu 1

Ze względu na zwiększone ryzyko kwasicy cukrzycowej ketonowej osoby chore na cukrzycę typu 1 powinny unikać wysiłku fizycznego w sytuacji, gdy glikemia przekracza 250 mg/dl (13,9 mmol/l), a w moczu są obecne ciała ketonowe. Nie zaleca się treningu fizycznego również wówczas, gdy mimo braku acetonu w moczu glikemia przekracza 300 mg/dl (16,7 mmol/l) [12]. Dla osoby chorej na cukrzycę podczas treningu wytrzymałościowego bezpieczne i optymalne metabolicznie są wartości glikemii 100–180 mg/dl (5,6–10,0 mmol/l). Ograniczenie dla wzmożonej aktywności fizycznej stanowią także zaawansowane powikłania cukrzycy. Wysiłek fizyczny u osoby z retinopatią proliferacyjną wiąże się z ryzykiem wylewu krwi do ciała szklistego oraz odwarstwienia siatkówki. Trening fizyczny u osób z cukrzycową chorobą nerek zwiększa wydalanie albumin z moczem i może powodować progresję tego powikłania [14]. Natomiast neuropatia autonomiczna jest związana z obecnością hipotonii ortostatycznej, spoczynkową szybką czynnością serca oraz zaburzeniami termoregulacyjnymi. Ze względu na te zaburzenia osobom, u których rozpoznaje się neuropatię autonomiczną, nie zaleca się wykonywania ćwiczeń fizycznych w zbyt niskich oraz zbyt wysokich temperaturach. W przypadku obecności zespołu stopy cukrzycowej istnieje większe ryzyko występowania urazów, przede wszystkim złamań kości z powodu współistniejącej osteoporozy. Ponadto w przypadku obecności powikłań naczyniowych cukrzycy wysiłek fizyczny może spowodować wystąpienie niemego niedokrwienia mięśnia sercowego [15]. Bezwzględny przeciwwskazaniem do treningu fizycznego są: ostra faza zawału serca, niestabilna choroba wieńcowa, zdekompensowana niewydolność serca, niewydolność układu oddechowego, nieskutecznie leczone nadciśnienie tętnicze, tachykardia spoczynkowa, ciężkie zaburzenia rytmu serca i przewodnictwa, tętniak serca i aorty, zapalenie mięśnia sercowego i osierdzia, nadwaga powyżej 160% należnej masy ciała, aktywny proces zapalny, incydenty zakrzepowo-zatorowe.

Rodzaj aktywności fizycznej zalecany osobom chorym na cukrzycę typu 1 powinien zależeć przede wszystkim od wieku, czasu trwania cukrzycy, dotychczasowej sprawności fizycznej oraz obecności i zaawansowania przewlekłych powikłań schorzenia. Pacjenci podejmujący wysiłek fizyczny powinni być kompleksowo przeszkoleni w zakresie metody intensywnej czynnościowej insulinoterapii. U osób w wieku 35 lat i starszych, prowadzących siedzący tryb życia, zwłaszcza przy współistnieniu innych czynników ryzyka cho-

roby niedokrwiennej serca, zaleca się przed zmianą stylu życia i podjęciem treningu fizycznego wykonanie elektrokardiograficznej próby wysiłkowej.

### Wybór odpowiedniego zestawu infuzyjnego przez sportowców leczonych za pomocą OPI

Na wchłanianie insuliny wpływają miejsce założenia wkłucia (np. kończyny obciążone dużym wysiłkiem), długość wkłucia, temperatura otoczenia itp. W sportach kontaktowych, jak np. piłka nożna, koszykówka, sporty walki, należy unikać zestawów infuzyjnych zakończonych stalową kaniulą. Takie wkłucie może zostać wyrwane i spowodować uraz u osoby korzystającej z pompy insulinowej, jak również u współzawodników.

Zestawy infuzyjne zakończone miękką kaniulą mogą z kolei się zagiąć. Dlatego zaleca się sportowcom korzystanie z wkłuc implantowanych pod kątem ostrym, które są ułożone styknie do skóry.

### Sport wyczynowy a cukrzyca typu 1

W świecie sportu znanych jest wielu wspaniałych i utytułowanych zawodników chorych na cukrzycę typu 1. Także wśród pacjentów Kliniki Chorób Wewnętrznych i Diabetologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu są sportowcy wyczynowi, w tym wielokrotni medaliści. Wyczynowe uprawianie sportu przez chorych na cukrzycę wymaga indywidualnej edukacji. Sportowiec z cukrzycą powinien być zmotywowany do utrzymywania normoglikemii oraz mieć wiedzę pozwalającą na samodzielne dostosowywanie dawki insuliny, zarówno „bazowej”, jak i okołoposiłkowej, do potrzeb organizmu w okresie treningowym i w czasie odpoczynku. Oprócz praktycznych aspektów insulinoterapii program szkolenia powinien także obejmować niezwykle istotny element kompleksowej opieki, jakim jest wsparcie psychologiczne.

### Czy z cukrzycą można uprawiać każdy rodzaj sportu?

Jeżeli nie ma przeciwwskazań do aktywnego uprawiania sportu, zaleca się wybór dyscyplin, które oprócz rozwoju fizycznego będą formą dobrej zabawy i relaksu. Pacjenci wyedukowani, którzy dobrze kontrolują swoją cukrzycę i nie mają ciężkich niedocukrzeń, mogą uprawiać każdą dyscyplinę sportu.

Pewne ograniczenia należałoby jednak wprowadzić w przypadku: paralotniarstwa, szybownictwa, wyścigów motorowych i samochodowych, nurkowania, wyścigów konnych, ekstremalnej wspinaczki górskiej, skoków spadochronowych [16].

### Podsumowanie

Opieka nad sportowcem z cukrzycą wymaga zaangażowania zespołu terapeutycznego, w skład którego wchodzi: fizjolog sportu, diabetolog, dietetyk i psycholog. Dawkowanie insuliny dostosowane do aktywności fizycznej musi uwzględniać zwiększone spożycie węglowodanów. Wartości glikemii podczas uprawiania sportu zależą nie tylko od ilości aktywnej insuliny, spożytych węglowodanów, ale także od stopnia wytrenowania, aktualnego wyrównania metabolicznego cukrzycy czy poziomu stresu. Dzięki postępowi, jaki dokonał się w leczeniu cukrzycy, nastąpił przełom w orzecznictwie sportowo-lekarskim i uprawianie sportu przez osoby chore na cukrzycę staje się coraz bardziej powszechne.

### PIŚMIENNICTWO

1. Waden J., Tikkanen H., Forsblom C. i wsp. Leisure time physical activity is associated with poor glycemic control in type 1 diabetic women. *Diabetes Care* 2005; 28: 777–782.
2. Górski J. Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. PZWL, Warszawa 2008; 435–436.
3. Guyton H., Chetlin R.D. Leczenie sportowców wyczynowych chorych na cukrzycę. *Diabetol. Dypl.* 2005; 2: 28–34.
4. Iafusco D. Diet and physical activity in patients with type 1 diabetes. *Acta Biomed. Ateneo Parmense* 2006; 77: 41–46.
5. Roniker A. Fizjologia wysiłku w sporcie, fizjoterapii i rekreacji. Kryteria kontroli obciążeń treningowych. Centralny Ośrodek Sportu, Zespół Wydawnictw, Warszawa 2008; 81–142.
6. Kopff B. Wysilek fizyczny. *Diabetologia na co dzień* 2006; 4: 28–30.
7. Sieradzki J. Cukrzyca i zespół metaboliczny. W: Szczeklik A. (red.). *Choroby wewnętrzne. Medycyna Praktyczna, Kraków* 2005; 1179–1215.
8. Jimenez C.C., Corcoran H.M., Crawley J.T., Guyton H. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Management of the Athlete With Type 1 Diabetes Mellitus. *J. Athl. Train.* 2007; 42: 536–545.
9. MacDonald M.J. Postexercise late-onset hypoglycemia in insulin dependent diabetic patients. *Diabetes Care* 1987; 10: 584–588.
10. Berger M., Cuppers H.J., Hegner H., Jorgens V., Berchtold P. Absorption kinetics and biologic effects of subcutaneously injected insulin preparations. *Diabetes Care* 1982; 5: 77–91.
11. Hargreaves M., Angus D., Howlett K., Conus N.M., Febbraio M. Effect of heat stress on glucose kinetics during exercise. *J. Appl. Physiol.* 1996; 81: 1594–1597.
12. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2010. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. *Diabetologia Praktyczna* 2010; 11: A8–A10.
13. Riddell M., Perkins B. Exercise and glucose metabolism in persons with diabetes mellitus: perspectives on the role for continuous glucose monitoring. *J. Diabetes SCI Technology* 2009; 3: 914–923.
14. Ponikowska I., Adamczyk P. Znaczenie aktywności fizycznej w leczeniu cukrzycy. W: Sieradzki J. (red.). *Cukrzyca. Tom I. Via Medica, Gdańsk* 2006.
15. Standards of Medical Care in Diabetes 2010. *Diabetes Care* 2010; 33: 11–61.
16. Skorupska S., Chomiuk T., Mamcarz A. Sport wyczynowy a cukrzyca. *Diabetologia na co dzień* 2010; 1: 29–35.