

Andrzej Gawrecki, Dariusz Naskręt, Anna Duda-Sobczak,
Dorota Zozulińska-Ziółkiewicz, Bogna Wierusz-Wysocka

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

Ocena wartości glikemii u dzieci oraz młodzieży z cukrzycą typu 1 podczas turnieju piłkarskiego

Assessment of glycemia in children and adolescents with type 1 diabetes during football tournament

STRESZCZENIE

Wstęp. Cukrzyca typu 1 nie jest aktualnie przeciwwskazaniem do aktywnego uprawiania sportu. Pacjenci posiadający dużą wiedzę na temat własnej choroby oraz mający dobrze wyrównaną cukrzycę mogą uprawiać sport również wyczynowo. Obawa przed hipoglikemią wśród trenerów, zawodników i lekarzy często ogranicza osobom z cukrzycą typu 1, niezależnie od wieku, dostęp do klubów sportowych, lekcji wychowania fizycznego oraz sportu masowego. Celem pracy była ocena bezpieczeństwa i wartości glikemii u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 podczas turnieju piłkarskiego.

Materiał i metody. Badaniem objęto 31 zawodników (28 chłopców, 3 dziewczynki) w wieku $13,1 \pm 3,0$ lat, ze średnim czasem trwania cukrzycy typu 1 wynoszącym $6,5 \pm 4,0$ lat i wartością hemoglobiny glikowanej (HbA_{1c}) $7,3 \pm 1,4\%$. Wszyscy zawodnicy byli leczeni metodą intensywnej czynnościowej insulinoterapii (30 — za pomocą pompy insulinowej, 1 — za pomocą wstrzykiwaczy). Oceniano glikemię przed,

w trakcie i bezpośrednio po meczach. Hipoglikemię definiowano jako wartość glikemii < 60 mg/dl. W przypadku glikemii > 300 mg/dl dokonywano oznaczenia związków ketonowych we krwi włośniczkowej.

Wyniki. Średnia wartość glikemii przed meczami wynosiła $154,1 \pm 72,7$ mg/dl, po meczach $160,1 \pm 79,6$ mg/dl. Podczas turnieju piłkarskiego trwającego 6 godzin zarejestrowano 9 epizodów hipoglikemii u 7 zawodników i 6 incydentów hiperglikemii > 300 mg/dl u 4 zawodników. Wyniki oznaczenia związków ketonowych we krwi były u nich ujemne. **Wnioski.** Uzyskane wyniki wskazują, że zawody sportowe dla dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 nie są związane z dużym ryzykiem ciężkiej hipoglikemii i dekompensacji cukrzycy. Bezpieczne zorganizowanie turnieju piłkarskiego dla dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 wymaga zapewnienia opieki diabetologicznej. (Diabet. Klin. 2012; 1, 5: 171–176)

Słowa kluczowe: cukrzyca typu 1, sport, hipoglikemia

ABSTRACT

Background. Physical activity is currently not contraindicated in patients with type 1 diabetes. Patients having extensive knowledge of their disease and good metabolic control may also practise sport professionally. Nonetheless fear of hypoglycemia among coaches, competitors or diabetologists often limits the access to sport clubs, physical training in schools or recreational exercise in type 1 diabetic

Adres do korespondencji:

lek. Andrzej Gawrecki

Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Diabetologii
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego
Szpital im. Fr. Raszei

ul. Mickiewicza 2, 60–834 Poznań

Tel./faks: (61) 847 45 79

e-mail: pompainsulinowa@wp.pl

Diabetologia Kliniczna 2012, tom 1, 5, 171–176

Copyright © 2012 Via Medica

Nadesłano: 16.08.2012

Przyjęto do druku: 06.11.2012

subjects, regardless of their age. Aim of the study — assessment of safety and glycemia during football tournament in children and adolescents with type 1 diabetes.

Material and methods. 31 competitors (28 boys, 3 girls) aged 13.1 ± 3.0 years, type 1 diabetes duration time 6.5 ± 4.0 years, HbA_{1c} $7.3 \pm 1.4\%$, treated with functional intensive insulin therapy (30 using personal insulin pump, 1 using pens) were included. Glucose levels were assessed before, during and immediately after matches. Hypoglycemia was defined as glucose level < 60 mg/dl. A check for ketone bodies in capillary blood was performed as measured glucose level exceeded 300 mg/dl.

Results. Mean glucose level before matches was 154.1 ± 72.7 mg/dl, after matches 160.1 ± 79.6 mg/dl. 9 hypoglycemic events in 7 players and 6 episodes of hyperglycemia > 300 mg/dl in 4 players were observed during 6-hour football tournament. The ketone bodies were negative in those competitors.

Conclusions. The results of this study indicate that sport tournaments for children and adolescents with type 1 diabetes are not associated with a particularly high risk of severe hypoglycemia or metabolic decompensation. Appropriate diabetes care is needed to ensure safety during sport tournaments for children and adolescents with type 1 diabetes. (Diabet. Klin. 2012; 1, 5: 171–176)

Key words: type 1 diabetes mellitus, sport, hypoglycemia

Wstęp

Postęp, który osiągnięto w dziedzinie diabetologii, pozwala na uzyskanie coraz lepszych wyników leczenia cukrzycy. Dotyczy on metod samokontroli glikemii, nowych leków, w tym preparatów insuliny oraz sposobów jej podawania. Biorąc jednak pod uwagę zachodzącą w ostatnich dekadach zmianę stylu życia społeczeństw i związaną z tym epidemię otyłości należy podkreślić, że niezależnie od rozpoznanego typu cukrzycy zwiększenie aktywności fizycznej stanowi bardzo istotny element leczenia. Podkreślają to zalecenia towarzystw diabetologicznych, w tym Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego (PTD) [1] oraz Amerykańskiego Towarzystwa Diabetologicznego (ADA, *American Diabetes Association*) [2]. Uwzględniając one rodzaj i intensywność wysiłku fizycznego, bezpieczeństwo pacjenta, ale również wskazują na sytuacje, w których trening nie powinien być podejmowany. Jednocześnie sport wśród pacjentów z cukrzycą jest coraz bardziej po-

Tabela 1. Charakterystyka kliniczna uczestników turnieju piłkarskiego. Wyniki przedstawiono jako liczbę (n), średnia \pm SD (minimum–maksimum)

| Parametr | Wynik |
|--|------------------------------|
| N | 31 |
| Dziewczynki/chłopcy | 3/28 |
| Juniorzy/seniorzy | 19/12 |
| Wiek (lata) | $13,1 \pm 2,9$ (6,0–17,0) |
| Masa ciała [kg] | $55,1 \pm 18,9$ (22,7–103,2) |
| Cukrzyca (lata) | $6,5 \pm 3,9$ (1,0–15,0) |
| HbA_{1c} (%) | $7,3 \pm 1,4$ (5,3–13,0) |
| Wlew podstawowy/insulina o przedłużonym działaniu [j./kg mc./24 h] | $0,27 \pm (0,05–0,50)$ |
| Dobowa dawka insuliny [j./kg mc./24 h] | $0,74 \pm (0,48–0,92)$ |

pułarny i wielu z nich regularnie trenuje. Lekarze medycyny sportowej oczekują od diabetologów zaświadczeń, na podstawie których będą mogli wyrazić zgodę na systematyczne treningi i udział w zawodach. Warunkiem jest jednak dobrze wyrównana cukrzyca, brak ciężkich powikłań schorzenia oraz duża wiedza na temat choroby i metody jej leczenia. W związku z coraz większą liczbą pacjentów z cukrzycą typu 1, leczonych w sposób pozwalający na aktywny tryb życia w wielu krajach organizuje się obozy, zawody i turnieje sportowe dla dzieci i młodzieży z cukrzycą. Doświadczenia i obserwacje kliniczne w zakresie opieki diabetologicznej podczas masowych zawodów sportowych są jak dotąd niewielkie. Wydaje się, że obawy, szczególnie przed hipoglikemią, nie powinny stanowić barier w dostępie do sportu masowego i pozostałych form aktywności fizycznej [3]. Przeprowadzone badanie miało na celu ocenę wartości glikemii w czasie zawodów oraz bezpieczeństwa uczestników z cukrzycą typu 1 podczas turnieju piłkarskiego.

Materiał i metody

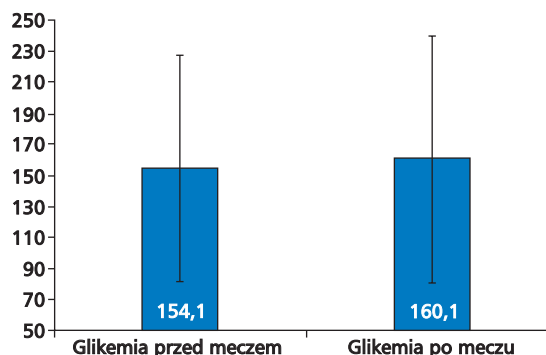
Badaniem objęto 31 zawodników (28 chłopców, 3 dziewczynki) w wieku $13,1 \pm 3,0$ lat, ze średnim czasem trwania cukrzycy typu 1 wynoszącym $6,5 \pm 4,0$ lat i wartością hemoglobiny glikowanej (HbA_{1c}) $7,3 \pm 1,4\%$ (tab. 1). Wszyscy zawodnicy byli leczeni metodą intensywnej czynnościowej insulino-terapii (30 — za pomocą pompy insulinowej, 1 — za pomocą wstrzykiwaczy). Dwadzieścioro dzieci posiadało pompę insulinową wyposażoną w funkcję kalkulatora bolusa, ale tylko 6 korzystało z niego

regularnie. Większość zawodników sama decydowała o dawkach insuliny przed śniadaniem i rozpoczęciem turnieju, natomiast wartość glikemii i insulinoterapię najmłodszych zawodników kontrolowali opiekunowie lub rodzice. Opieka diabetologiczna podczas turnieju polegała na ocenie glikemii we krwi włośniczkowej bezpośrednio przed i po meczach za pomocą glukometru Contour® TS (Bayer HealthCare). W razie odczuwania przez zawodników objawów mogących wskazywać na hipo- lub hiperglikemię kontrolowano dodatkowo stężenie glukozy we krwi włośniczkowej, również w trakcie meczów. Hipoglikemię definiowano jako wartość glikemii < 60 mg/dl (3,3 mmol/l). W takiej sytuacji zalecano spożycie dodatkowych porcji węglowodanów. W przypadku glikemii > 300 mg/dl (16,7 mmol/l) oznaczano związki ketonowe we krwi włośniczkowej (OptiumXido — Abbott DiabetesCare) oraz zalecano bolusy korekcyjne insuliny. Wynik dodatni kwasu beta-hydroksymasłowego > 0,5 mmol/l uznano za wartość, przy której należało przerwać udział w zawodach sportowych [4]. Wszystkim uczestnikom turnieju oznaczono HbA_{1c} we krwi włośniczkowej za pomocą systemu A1CNow+ (Bayer HealthCare) w dniu zawodów oraz przeprowadzono ankietę dotyczącą aktywności fizycznej. Dane odczytane z pomp insulinowych dotyczące dobowej dawki insuliny, wykorzystania kalkulatora bolusa oraz oznaczenie HbA_{1c} pozwoliły zwrócić szczególną uwagę na dzieci z niewyrównaną metabolicznie cukrzycą. Uczestnicy rozgrywali mecze w dwóch kategoriach wiekowych. Wszystkie mecze trwały 20 min, zawodnicy w kategorii junior (19 zawodników w wieku 6–14 lat) rozegrali 3 mecze, natomiast w kategorii senior (12 zawodników w wieku 14–17 lat) 2 mecze. Podczas spotkań piłkarskich pompy insulinowe zostały odłączone od ciała.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego Statistica v.9. Normalność rozkładu mierzonej cechy oceniono za pomocą testu Shapiro-Wilka. W przypadku zmiennych mierzalnych i rozkładu normalnego stosowano testy parametryczne (test t-Studenta), w pozostałych — testy nieparametryczne (test Wilcozona). Dane liczebnościowe przedstawiono w ujęciu procentowym.

Wyniki

Średnia wartość glikemii przed meczami wynosiła $154,1 \pm 72,7$ mg/dl ($8,6 \pm 4,0$ mmol/l), po meczach $160,1 \pm 79,6$ mg/dl ($8,9 \pm 4,4$ mmol/l) (ryc. 1). Podczas turnieju piłkarskiego trwającego 6 godzin zarejestrowano 9 epizodów lekkiej hipo-

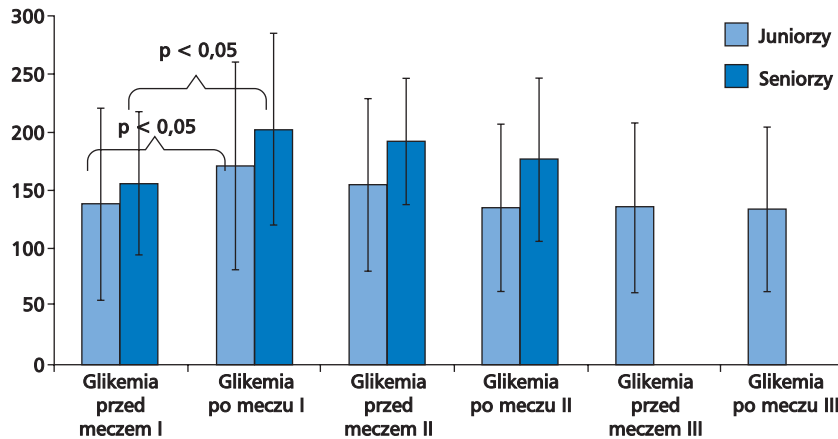


Rycina 1. Wartości glikemii przed meczami i po meczach dla wszystkich zawodników

glikemii u 7 zawodników i 6 incydentów hiperglikemii > 300 mg/dl u 4 zawodników. Wyniki oznaczenia związków ketonowych we krwi były u nich ujemne. Istotną statystycznie różnicę w wartościach glikemii stwierdzono wyłącznie, porównując wartość glikemii przed i po pierwszym meczu ($145,1 \pm 75,2$ mg/dl vs $183,6 \pm 86,6$ mg/dl; $p = 0,002$). Oceniając wartości glikemii oddzielnie w grupach „junior” oraz „senior”, również uzyskano istotną statystycznie różnicę wyłącznie przed i po pierwszym meczu (ryc. 2). Przed pierwszymi meczami spośród 31 zawodników 12 (39%) spożywało dodatkową porcję węglowodanów w ilości 1–2 wymienników węglowodanowych (1 WW = 10 g węglowodanów). Mecze zostały rozegrane w czasie 60–120 min po spożyciu śniadania, w okresie maksymalnego działania insuliny. Dodatkowo 6 zawodników spożyło węglowodany także po meczu w ilości 1–2 WW. Przed rozegranie kolejnej rundy spotkań dodatkowe porcje węglowodanów spożyło tylko 5 zawodników (16%) przed meczem i 7 po meczu. Trzecia runda spotkań została rozegrana tylko w kategorii „junior”. Uczestniczyło w niej 17 zawodników, 5 spośród nich (29%) spożyło 1–2 WW przed meczem, a 4 po meczu. Odsetek zawodników przyjmujących dodatkowe porcje węglowodanów był wyższy w trzeciej rundzie niż w drugiej. Mecze te rozegrane zostały w ciągu 60 min po obiedzie i podaniu insuliny. Wśród 31 zawodników przeprowadzono ankietę dotyczącą regularności treningu sportowego. Tylko 7 z nich uprawiało sport w klubie sportowym pod opieką trenera.

Dyskusja

Sport wpływa pozytywnie nie tylko na rozwój fizyczny, społeczny, lecz również emocjonalny [5, 6]. Ma to szczególne znaczenie w leczeniu chorób przewlekłych. Dlatego też konieczne jest dążenie do



Rycina 2. Wartości glikemii przed i po kolejnych meczach w kategoriach „junior” i „senior”

wpracowania praktycznych zaleceń, które pozwolą na bezpieczne uprawianie sportu osobom z cukrzycą typu 1. Zaleca się aktualnie, aby podczas treningu sportowego wartości glikemii mieściły się w przedziale 100–180 mg/dl (5,6–10 mmol/l). Zmniejszone jest wówczas ryzyko odwodnienia, hipoglikemii i nieprawidłowej kontrregulacji hormonalnej [7]. Utrzymanie zalecanych wartości glikemii zależy od wielkości stosowanych dawek insuliny, szybkości jej absorpcji, pory dnia, stopnia wytrenowania, a przede wszystkim od czasu trwania i intensywności wysiłku. Wysiłek fizyczny wpływa na wykorzystanie substratów energetycznych, a tym samym na wartość glikemii i wrażliwość tkanek na działanie insuliny. Najważniejszym źródłem energii podczas większości treningów i aktywności fizycznej są węglowodany. Dlatego też sportowcom zaleca się stosowanie diety bogatowęglowodanowej [8]. Regularny trening wytrzymałościowy wymaga spożycia węglowodanów w ilości 7–10 g/kg masy ciała na dobę [8]. Dla aktywności o niewielkiej intensywności (40–50% VO_2 max) źródłem energii w 40–70% są natomiast tłuszcze, a zwłaszcza nieestryfikowane kwasy tłuszczowe oraz triglicerydy [9]. Ten rodzaj treningu, określany jako aerobowy i stosowany w dyscyplinach wytrzymałościowych, powoduje mniejsze wahania stężenia glukozy we krwi oraz poprawia insulino-wrażliwość. Treningi anaerobowe o submaksymalnej i maksymalnej intensywności powodują większe zmiany wartości glikemii. W pierwszych minutach aktywności o dużej intensywności energia dostarczana jest z wewnątrzkomórkowych zapasów ATP i fosfokreatyny oraz glikolizy beztlenowej. Glikogen mięśniowy i wątrobowy u wytrenowanych zawodników może być źródłem energii przez okres 1,5–3 godzin [10]. Treningi anaerobowe mogą powodo-

wać również wzrost wartości glikemii w następstwie zwiększonego wydzielania katecholamin. Ryzyko hipoglikemii w trakcie takiego rodzaju treningu jest więc znacznie mniejsze. Wykazano, że 10-sekundowy sprint (wysiłek maksymalny) poprzedzający aktywność o umiarkowanej intensywności (20 min jazdy na rowerze o intensywności 40% VO_2 max) powoduje w mniejszym stopniu obniżenie glikemii w trakcie ćwiczeń niż aktywność o umiarkowanej intensywności niepoprzedzona sprintem. Glikemie ulegają wówczas stabilizacji również w okresie wypoczynku, po zakończeniu aktywności sportowej [11]. Przykładem aktywności fizycznej o dużej intensywności jest gra w piłkę nożną, która wymaga częstych sprintów przerywanych chwilami odpoczynku. Maksymalne sprinty sprzyjają jednak występowaniu hiperglikemii. Wskazują na to wyraźnie wyniki badania Guelfi i wsp., którzy oceniali wpływ treningu o niewielkiej intensywności (40% VO_2 max) przerywanego 4-sekundowymi sprintami powtarzanymi co 2 minuty na wartość glikemii. Obniżenie stężenia glukozy we krwi w grupie wykonującej mniej intensywny wysiłek (40% VO_2 max nieprzerywany sprintami) było większe w trakcie ćwiczeń ($-79,2 \pm 21,6$ mg/dl; $4,4 \pm 1,2$ mmol/l vs $-52,2 \pm 14,4$ mg/dl; $2,9 \pm 0,8$ mmol/l). Również w czasie 60-minutowego odpoczynku wartości te były u nich niższe [12]. W grupie pacjentów leczonych za pomocą pompy insulinowej hiperglikemia może być następstwem odłączenia urządzenia na czas meczu. W badaniach własnych hiperglikemię > 300 mg/dl stwierdzono podczas turnieju tylko u 4 zawodników, którzy byli leczeni za pomocą pompy insulinowej. W żadnym przypadku hiperglikemii nie towarzyszyło nasilenie ketogenezy ocenianej na podstawie oznaczenia związków ketonowych we krwi włośniczkowej.

W jednym z badań, podczas którego wstrzymywano podawanie insuliny przez pompę insulinową, różnica czasu w stwierdzeniu obecności substancji ketonowych we krwi w porównaniu z pojawieniem się ich w moczu wynosiła ponad godzinę [13]. Możliwie szybkie rozpoznanie dekomensacji cukrzycy jest więc bardzo ważne, zwłaszcza w sytuacji, gdy opieka medyczna dotyczy dużej liczby uczestników turnieju piłkarskiego. Czynnikiem indukującym występowanie hiperglikemii podczas zawodów sportowych może być także stres związany ze współzawodnictwem [14]. Dotyczy to przede wszystkim dzieci i młodych zawodników. Także osoby dorosłe uprawiające sport wyczynowo doznają często stresu, w związku z tym wymagają opieki psychologów sportowych.

Podczas organizowania zawodów sportowych dla osób z cukrzycą obawy dotyczą jednak przede wszystkim hipoglikemii. W badaniach własnych zanotowano jedynie u 7 zawodników epizody lekkiej hipoglikemii, łatwej do skorygowania. Należy podjąć działania zmierzające do ich ograniczenia. W szczególności należy zapobiegać wystąpieniu ciężkiej hipoglikemii, która jest stanem zagrożenia życia. Należy jednak pamiętać, że podczas aktywności fizycznej typowe objawy hipoglikemii są zazwyczaj słabiej odczuwane. Jednocześnie wystąpienie nawet jednego epizodu ciężkiej hipoglikemii mogłoby wywołać u części uczestników lęk przed hipoglikemią w przyszłości. Właściwa opieka medyczna oraz zaangażowanie opiekunów w proces leczenia mogą ograniczyć liczbę epizodów niedocukrzeń. Z obserwacji własnych wynika, że ryzyko dekomensacji cukrzycy było największe w ciągu 2 godzin po głównym posiłku, który był spożywany wspólnie przez wszystkich uczestników turnieju. Obawa przed hipoglikemią w czasie maksymalnego działania insuliny skutkowałą spożyciem dodatkowej porcji węglowodanów przez znaczną część uczestników i mogło to być przyczyną wyższych wartości glikemii po pierwszych meczach. Lekarze opiekujący się osobami z cukrzycą podczas zawodów sportowych powinni mieć możliwość zastosowania glukagonu czy też dożylnego podania glukozy w razie wystąpienia ciężkiej hipoglikemii. Z doświadczeń własnych wynika, że częste kontrole glikemii w czasie wysiłku również pozwalają na uniknięcie tych niebezpiecznych sytuacji. Należy także zwrócić uwagę na możliwość występowania późnych hipoglikemii, w tym hipoglikemii nocnych. Mogą się one pojawiać nawet w czasie 6–17 godzin po zakończeniu aktywności fizycznej [15, 16]. W celu zminimalizowania

ryzyka potreningowej hipoglikemii ważne jest odpowiednie postępowanie uwzględniające redukcję dawki insuliny podawanej w formie wlewu podstawowego lub insuliny o przedłużonym działaniu. Możliwe jest również spożycie dodatkowej porcji węglowodanów, w szczególności węglowodanów złożonych o niskim indeksie glikemicznym.

Sport wśród osób z cukrzycą staje się coraz bardziej powszechny. Należy podkreślać korzyści, z jakimi wiąże się on w tej grupie chorych. Raile i wsp. porównali aktywność sportową wśród dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 oraz ich zdrowych rówieśników. Oceniali ich udział w lekcjach wychowania fizycznego, aktywność sportową w czasie wolnym oraz regularne treningi w klubie sportowym. Okazało się, że zdrowi uczestnicy byli mniej aktywni w czasie wolnym niż osoby z cukrzycą (średnio 4,6 vs 6,8 godz./tydzień). Ponadto dzieci z cukrzycą, które trenowały w klubie sportowym, były również bardziej aktywne w czasie wolnym. Średnie wartości HbA_{1c} i dobową dawkę insuliny były niższe u aktywnych dzieci z cukrzycą niż w grupie mniej aktywnej fizycznie, chociaż różnice nie były istotne statystycznie. Stwierdzono jedynie korelację pomiędzy zwiększoną aktywnością fizyczną a mniejszą dobową dawką insuliny. Autorzy sugerują, że większa aktywność fizyczna w grupie dzieci i młodzieży z cukrzycą może być efektem nie tylko właściwej edukacji diabetologicznej i promowania zdrowego stylu życia, ale również poszukiwania akceptacji wśród zdrowych rówieśników [17]. Z badań własnych wynika, że trenowanie w klubach sportowych przez polskie dzieci i młodzież z cukrzycą nie jest powszechne. Aby wykazać ewidentne prozdrowotne korzyści wynikające z uprawiania sportu przez osoby z cukrzycą typu 1, niezbędne są dalsze badania prowadzone w większych grupach pacjentów. Powinny one bowiem doprowadzić do opracowania praktycznych wytycznych dotyczących uprawiania sportu przez osoby z cukrzycą.

Wnioski

1. Uzyskane wyniki wskazują, że zawody sportowe organizowane dla dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 nie są związane z dużym ryzykiem ciężkiej hipoglikemii.
2. W następstwie wysiłku fizycznego w czasie zawodów sportowych nie zwiększa się ryzyko dekomensacji cukrzycy.
3. Bezpieczne zorganizowanie turnieju piłkarskiego dla dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 wymaga zapewnienia opieki diabetologicznej.

Podziękowanie

Autorzy składają podziękowanie firmie Bayer HealthCare za udostępnienie sprzętu diagnostycznego oraz panu mgr. Emilianowi Duda za opracowanie danych statystycznych.

Oświadczenie

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

PIŚMIENNICTWO

- Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2012. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. *Diabetologia Kliniczna* 2012; 1: A8–A10.
- Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care* 2012; 35: S25–S26.
- Brazeau A.S., Rabasa-Lhoret R., Strychar I., Mircescu H. Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31: 2108–2109.
- Orsini-Federici M., AkweAkwi J., Canonico V. i wsp. Early detection of insulin deprivation in continuous subcutaneous insulin infusion — treated patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technology and Therapeutics* 2006; 8: 67–75.
- Austin A., Warty V., Janosky J., Arslanian S. The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein levels in adolescents with IDDM. *Diabetes Care* 1993; 16: 421–425.
- Strauss R.S., Rodzilsky D., Burack G., Colin M. Psychosocial correlates of physical activity in healthy children. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 2001; 155: 897–902.
- Jimenez C., Corcoran M.H., Crawley J.T. i wsp. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Management of the athlete with type 1 diabetes mellitus. *Journal of Athletic Training* 2007; 42: 536–545.
- Gallen I.W., Hume C., Lumb A. Fuelling the athlete with type 1 diabetes. *Diabetes Obes. Metab.* 2011; 13: 130–136.
- Corigliano G., Iazzetta N., Marco Corigliano M., Strollo F. Blood glucose changes in diabetic children and adolescents engaged in most common sports activities. *Acta Biomed.* 2006; 77: 26–33.
- Górski J. Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. PZWL, Warszawa 2008; 451–453.
- Bussau V.A., Ferreira L.D., Jones T.W., Fournier P.A. A 10-s sprint performed prior to moderate-intensity exercise prevents early post-exercise fall in glycaemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetologia* 2007; 50: 1815–1818.
- Guelfi K.J., Jones T.W., Fournier P.A. The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 1289–1294.
- Guerci B., Benichou M., Floriot M. i wsp. Accuracy of an electrochemical sensor for measuring capillary blood ketones by fingerstick samples during metabolic deterioration after continuous subcutaneous insulin infusion interruption in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care* 2003; 26: 1137–1141.
- Riddell M., Perkins B. Type 1 diabetes and vigorous exercise: Applications of exercise physiology to patient management. *Canadian Journal of Diabetes* 2006; 30: 63–71.
- MacDonald M.J. Postexercise late-onset hypoglycemia in insulin-dependent diabetic patients. *Diabetes Care* 1987; 10: 548–548.
- Sonnenberg G.E., Kemmer F.W., Berger M. Exercise in type 1 (insulin-dependent) diabetic patients treated with continuous subcutaneous insulin infusion: prevention of exercise-induced hypoglycaemia. *Diabetologia* 1990; 33: 696–703.
- Raile T., Kapellen T., Schweiger A. i wsp. Physical activity and competitive sports in children and adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1999; 22: 1904–1905.