

TJELESNA AKTIVNOST I ŠEĆERNA BOLEST TIP 1 U DJECE I ADOLESCENATA

GORDANA STIPANČIĆ*

Šećerna bolest tip 1, po učestalosti treća kronična bolest dječje dobi, značajno utječe na trajanje i kakvoću života. Samo dobra regulacija bolesti, a to podrazumijeva održavanje glikemije u okviru ciljnih vrijednosti, spriječiti će razvoj komplikacija. Osnovu liječenja čine inzulin, prilagođena prehrana i tjelesna aktivnost objedinjeni dobrom edukacijom. Bolesnik mora razumjeti na koji način organizam reagira na tjelesnu aktivnost, njezine pozitivne kao i moguće negativne učinke. Stoga se bolesnik za tjelesnu aktivnost treba pripremiti, vodeći računa o vrsti i trajanju aktivnosti, režimu inzulinske terapije, trenutačnoj glikemiji i potrebi za nadoknadom ugljikohidrata. Jedino na taj način uključenost u tjelesnu aktivnost za bolesnika bit će zadovoljstvo s pozitivnim učinkom na zdravlje.

Deskriptori: TJELESNA AKTIVNOST; ŠEĆERNA BOLEST TIP 1; DIJETE; ADOLESCENTI

UVOD

Liječenje šećerne bolesti tip 1 (ŠB tip 1) osim inzulina te regulirane prehrane uključuje i redovitu tjelesnu aktivnost. Njezin intenzitet može varirati od tjele vježbe uključene u dnevni raspored do sudjelovanja u natjecateljskim sportovima. Svaki oblik tjelesne aktivnosti usklađen s ostalim elementima liječenja ima pozitivan učinak na kontrolu, a time i tijek bolesti. No ostvarenje pozitivnih učinaka tjelesne aktivnosti podrazumijeva poznavanje i sprječavanje potencijalnih rizika.

Odgovor organizma na tjelesnu aktivnost

Izvor energije za mišiće u mirovanju prvenstveno su masti. Većina raspoložive glukoze isporučuje se mozgu, a samo oko 20% preuzimaju mišići. Hormonalna kontrola odvija se kroz ravnotežu u sekreciji inzulina i glukagona. U prvim minutama tjelesne aktivnosti energetske potrebe mišića zadovoljene su unutarstaničnim ade-

nozin trifosfatom, a daljnji mišićni rad ovisi o glukozu u krvi i glikogenu u mišićima. U zdravih osoba tijekom tjelesne aktivnosti povećana potrošnja glukoze u mišićima dovodi do snižavanja razine inzulina. Istodobno raste razina kontraregulatornih hormona. Porast razine adrenalina, noradrenalina, glukagona, kortizola i hormona rasta potiče glikogenolizu i glukoneogenezu u jetri, lipolizu u masnom tkivu te glikogenolizu u mišićima, što osigurava dodatne potrebe za glukozom. Tijekom aktivnosti ulaz i iskorištavanje glukoze u mišićnim stanicama potaknuto je i pojačanim djelovanjem o inzulinu ovisnog prijenosnika glukoze 4 (GLUT-4), čime se dodatno smanjuje potreba za inzulinom. Zahvaljujući preciznoj regulaciji, u zdravih osoba razina glukoze tijekom tjelesne aktivnosti ostaje stabilna (1, 2).

U bolesnika sa ŠB-om tip 1 gušterača ne može izlučiti potreban inzulin, a i djelovanje kontraregulatornih hormona je izmijenjeno, što otežava održavanje normoglikemije tijekom tjelesne aktivnosti. Kad zbog loše regulacije bolesti u tih bolesnika nema dovoljno inzulina, porast kontraregulatornih hormona izazvan tjelesnom aktivnošću uzrokovat će daljnji porast glikemije te potaknuti razvoj dija-

betičke ketoacidoze. Nasuprot tome, povećana količina inzulina u cirkulaciji smanjit će ili čak onemogućiti dodatnu mobilizaciju glukoze, što može rezultirati hipoglikemijom (3).

Metabolički odgovor organizma na tjelesnu aktivnost uvjetovan je brojnim čimbenicima. Jedan od njih je i trajanje tjelesne aktivnosti. Dužim trajanjem aktivnosti metabolizam prelazi s oksidacije glukoze na oksidaciju masnih kiselina, tako da je na početku aktivnosti osnovni izvor energije glukoza, a njezinim trajanjem to postaju masnoće. Drugi važan čimbenik je intenzitet aktivnosti. Uz intenzivnu aktivnost osnovno je gorivo glukoza, dok uz umjerenu aktivnost masnoće preuzimaju primat pred glukozom. Redovito treniranje donosi osobito pozitivan učinak, jer poboljšava osjetljivost na inzulin te omogućava bolju sintezu glikogena i korištenje masnoća za izvor energije. Nije zanemariva ni kakvoća obroka prije tjelesne aktivnosti. Prethodni ugljikohidratni obrok obnovit će zalihi glikogena te tako omogućiti odgovarajući porast glukoze za vrijeme tjelesne aktivnosti (4).

Teško je predvidjeti kolika će biti razina glikemije nakon tjelesne aktivnosti u bolesnika sa ŠB-om tip 1. To je moguće

* KBC „Sestre milosrdnice“, Klinika za pedijatriju

Adresa za dopisivanje:
Prim. dr. sc. Gordana Stipančić, KBC „Sestre milosrdnice“, Klinika za pedijatriju, Vinogradska 29, 10000 Zagreb, e-mail: gordana.stipancic@zg.t-com.hr

jedino ako su trajanje i intenzitet aktivnosti, količina inzulina i prethodni obrok bili isti. U zdravih osoba s aktivnošću raste razina glukoze, prvenstveno zbog pojačane glikogenolize u jetri, dok je u bolesnika sa ŠB-om tip 1 porast glukoze prisutan stalno, tijekom odmora i u aktivnosti, i to zbog glukoneogeneze (5).

Pozitivni i negativni učinci tjelesne aktivnosti u djece i adolescenata sa ŠB-om tip 1

Tjelesna aktivnost ima pozitivan učinak na zdravlje. Sposobnost treniranog mišića da uzima i oksidira slobodne masne kiseline poboljšava razinu lipida u krvi. Pritom pozitivno utječe i na krvni tlak, što značajno smanjuje rizik kardiovaskularnih bolesti. Održavanje kondicije i tjelesne mase potiče samopoštovanje i životno zadovoljstvo. Svi ti učinci posebno su važni u osoba sa šećernom bolešću, koji su zbog hiperglikemije izloženi dodatnim rizicima. U njih redovita tjelesna aktivnost poboljšava osjetljivost na inzulin, što u slučaju ŠB-a tip 1 smanjuje dnevnu potrebu za egzogenim inzulinom. U osobe koja redovito trenira glikemija je niža, ne samo tijekom i nakon aktivnosti već je niža i maksimalna razina glikemije poslije obroka (tablica 1). Unatoč pozitiv-

Tablica 1. Pozitivni učinci tjelesne aktivnosti u bolesnika sa ŠB-om tip 1 (4)

- Snižava glikemiju tijekom i nakon aktivnosti
- Poboljšava osjetljivost na inzulin
- Smanjuje ukupnu dnevnu dozu inzulina
- Snižava glikemijski maksimum nakon obroka
- Poboljšava lipidogram
- Smanjuje tjelesnu masu i količinu masnog tkiva
- Poboljšava kardiovaskularnu funkciju
- Poboljšava krvni tlak
- Poboljšava kakvoću života

nom učinku koji tjelesna aktivnost ima na glikemiju, kontrolirane studije nisu uputile na dugoročno poboljšanje metaboličke kontrole u bolesnika sa ŠB-om tip 1. Vjerojatno zbog toga što je tjelesna aktivnost samo jedan element u složenoj terapiji bolesti. Drugo moguće objašnjenje je u činjenici da se često prije planirane aktivnosti previše smanji prethodna doza inzulina ili povećava unos ugljikohidrata radi sprječavanja hipoglikemije (4, 6).

Tijekom, ali i više sati nakon tjelesne aktivnosti, mogu nastupiti i neželjene komplikacije koje su posljedica promjena u metabolizmu glukoze uzrokovanih aktivnošću koje ne mogu biti praćene pri-

lagodbom razine inzulina. Neprilagođena doza inzulina primijenjena prije tjelesne aktivnosti može uzrokovati hipoglikemiju tijekom ili satima nakon aktivnosti. Osim hiperinzulinemije uzrokom mogu biti i poremećaj u omjeru inzulina/glukagon te povećana osjetljivost na inzulin. Zabilježen je i znatno slabiji odgovor kontraindikatornih hormona zbog smanjenog autonomnog, odnosno simpatičkog odgovora (4). Razina glikemije prije, tijekom i nakon aktivnosti kao i prethodna hipoglikemija značajno će utjecati na rizik od hipoglikemije tijekom aktivnosti. Prethodna hipoglikemija suprimira neurohormonalne promjene u aktivnosti te time povećava rizik od hipoglikemije (7).

U bolesnika s lošom kontrolom bolesti tjelesna aktivnost može izazvati hiperglikemiju i ketonemiju. Inzulin je potreban ne samo za ulaz glukoze u mišićnu stanicu već i za sprječavanje prekomjernog učinka kontraindikatornih hormona. Uz nedostatak inzulina porast glikemije bit će visok. Takav nedostatak može biti izražen čak i u dobro reguliranih bolesnika, jer u intenzivnoj aktivnosti povišena razina kateholamina potiče otpuštanje glukoze iz jetre, a to ne može biti kompenzirano potrošnjom u periferiji. Razvoj hiperglikemije i ketonemije tijekom tjelesne aktivnosti može potaknuti više čimbenika. Ako je doza inzulina davno prethodila aktivnosti u trenutku njezinog provođenja, raspoloživog inzulina bit će malo. Što je aktivnost intenzivnija i dužeg trajanja, to je rizik veći, jer je tada korištenje lipida pojačano kao i djelovanje kontraindikatornih hormona. Tijekom aktivnosti potrebno je voditi računa i o hidraciji, jer dehidracija potiče relativnu glikemiju (3, 4).

U bolesnika s dužim trajanjem bolesti tjelesna aktivnost može uzrokovati progresiju mikrovaskularnih i makrovaskularnih komplikacija. Intenzivna tjelesna aktivnost uzrokovat će porast krvnog tlaka, a to će negativno utjecati na proliferativnu dijabetičku retinopatiju i pogoršat će izlučivanje proteina u bolesnika s proteinurijom. Nema dokaza da bi sniženje krvnog tlaka, izazvano redovitom tjelesnom aktivnošću, moglo pozitivno utjecati na dijabetičku nefropatiju. Uz tjelesnu aktivnost mogu se pogoršati snižen maksimalni kardijalni kapacitet uzrokovani neuropatijom, ortostatska hipotenzija, poremećaj znojenja, odnosno poremećaj probavne funkcije. Liječnik i mladi bolesnik moraju razumjeti učinak koji tjelesna aktivnost ima na organizam s

Tablica 2. Neželjeni učinci tjelesne aktivnosti u bolesnika sa ŠB-om tip 1 (4)

- Hipoglikemija
- Hiperglikemija
- Ketonemija
- Pogoršanje mikrovaskularnih komplikacija
 - Retinopatija
 - Nefropatija
 - Neuropatija
 - Autonomna neuropatija

ŠB-om tip 1 kako bi potakli pozitivan te spriječili mogući negativan učinak (tablica 2) (4).

Kako pripremiti bolesnika sa ŠB-om tip 1 za tjelesnu aktivnost

Priprema za tjelesnu aktivnost ovisi o poznavanju čimbenika koji oblikuju odgovor glukoze tijekom tjelesne aktivnosti. Jedan od njih je vrsta aktivnosti odnosno njezin intenzitet i trajanje. U stanicama, prvenstveno mišićnim, tijekom aerobne aktivnosti biokemijske reakcije kojima iz hranjivih tvari nastaje energija odvijaju se uz prisutnost kisika. Obično su umjerenog intenziteta i dužeg trajanja i uključuju hodanje, planinarenje, plivanje. U bolesnika sa ŠB-om tip 1 izazvat će nižu razinu glikemije tijekom (obično 20-60 minuta nakon početka) ili poslije aktivnosti. U anaerobnoj aktivnosti u biokemijskom procesu stvaranja energije nije potreban kisik. Kratkog je trajanja i jakog intenziteta, a praćena je i stvaranjem mliječne kiseline koja zakiseli okoliš stanice i dovodi do umora i potrebe za prekidom aktivnosti. Brzo trčanje, veslanje i tenis odgovaraju takvom tipu aktivnosti. One u bolesnika mogu dramatično povećati razinu glikemije zbog djelovanja adrenalina i glukagona. Hiperglikemija je prolazna, traje tipično 30-60 minuta, a u satima nakon nje može uslijediti hipoglikemija (1). Većina aktivnosti miješanog je tipa, a jedna od sastavnica dominira. Svaka vrsta aktivnosti duža od 30 minuta zahtijevat će prilagodbu prehrane i/ili inzulinske doze.

U bolesnika s lošom kontrolom bolesti, posebno ako aktivnosti prethodi hiperglikemija, nedostatak raspoloživog inzulina pojačat će djelovanje kontraindikatornih hormona i pridonijeti razvoju ketonemije. Zbog toga roditelje i djecu treba upozoriti da ne sudjeluju u aktivnosti ako su povišenu razinu glukoze postoji i najmanja ketonurija ili razina beta-hidroksimaslačne kiseline u krvi prelazi 0,5 mmol/L (1, 8). U djece s izvrsnom kontrolom bolesti (HbA1C <7%) kondi-

cija može biti održana i napor toleriran čak i uz umjerenu hiperglikemiju prije aktivnosti (9).

Sljedeći važan čimbenik reakcije organizma na tjelesnu aktivnost je vrijeme primjene i vrsta inzulina. Ako prije tjelesne aktivnosti primjenjujemo brzodjelujući humani inzulin, najveći rizik za hipoglikemiju nastupa nakon 2-3 sata, a uz brzodjelujući inzulinski analog nakon 40-90 minuta (10). Vrijeme najvećeg rizika od hipoglikemije u odnosu na primjenu dugodjeljućeg inzulina nije određeno. Ako je idući dan planirana cjelodnevna aktivnosti, preporuča se smanjiti količinu dugodjeljućeg inzulina prethodnu večer, kako bi se smanjio rizik od hipoglikemije. Kad se liječenje provodi na konvencionalan ili semikonvencionalan način s fiksnim dozama prije doručka i večere ili spavanja, prilagodba na tjelesnu aktivnost moguća je većinom dodavanjem ugljikohidrata prije, tijekom ili nakon aktivnosti, bez mogućnosti promjene već prethodno primijenjenog inzulina. Intenzivirana terapija, bilo da se provodi višekratnim inzulinskim dozama pomoću injektora ili inzulinskom crpkom, daje mogućnost slobodnijeg pristupa pa time olakšava sudjelovanje u treninzima i natjecanju. Mogućnost prilagodbe inzulinske doze prije, tijekom i nakon aktivnosti smanjuje rizik od hipoglikemije. Tjelesna aktivnost koja se provodi u ranijim jutarnjim satima, prije primjene inzulina, obično neće izazvati hipoglikemiju, jer je razina raspoloživog inzulina u organizmu niska a utjecaj kontraregulatornih hormona visok. Štoviše, uz intenzivnu aktivnost može se razviti značajna hiperglikemija uz moguću ketoacidozu (6).

Vrsta i vrijeme obroka imat će značajan učinak na reakciju organizma tijekom aktivnosti. Mješoviti obrok s adekvatnom količinom ugljikohidrata, masti i bjelancevine, uzet 3-4 sata prije tjelesne aktivnosti, stvorit će dovoljnu zalihu energije. Napitak s količinom ugljikohidrata od 1-2 g/kg TM, sat prije aktivnosti, povećat će zalihu glikogena i osigurati zadovoljavajuću hidriranost bolesnika. Ugljikohidratni napitak sa 6-8% ugljikohidrata idealan je za obnovu energije tijekom aktivnosti, dok veći sadržaj ugljikohidrata može usporiti apsorpciju iz želuca i uzrokovati dispepsiju. Ako se aktivnost provodi tijekom maksimalnog djelovanja inzulina, poželjno je uzeti dodatnih 1-1,5 g ugljikohidrata/kg TM, ali ovisno o vrsti i trajanju aktivnosti (tablica 3) (6, 11). Količina ugljikohidrata mora biti umanjena ako je smanjena prethodna doza inzulina

Tablica 3. Potreba za nadoknadom 15 g ugljikohidrata, ovisno o tjelesnoj masi i trajanju određene aktivnosti (6)

Aktivnost (vrsta aktivnosti u minutama)	Tjelesna masa (kg)		
	20	40	60
Košarka	30	15	10
Vožnja biciklom			
10 km/h	65	40	25
15 km/h	45	25	15
Hokej	20	10	5
Trčanje			
8 km/h	25	15	10
12 km/h	--	10	10
Plivanje			
30 m/min prsno	55	25	15
Tenis	45	25	15
Hodanje			
4 km/h	60	40	30
6 km/h	40	30	25

na ili ako se aktivnost provodi više sati nakon inzulinskog bolusa. Prilagodba obroka i/ili inzulinske doze osobito su važne ako aktivnost traje duže od 60 minuta. Povećana osjetljivost na inzulin traje satima nakon aktivnosti, pa se nadoknada ugljikohidrata mora nastaviti kako bi se spriječila hipoglikemija. O tome posebno treba voditi računa uz anaerobne aktivnosti. One će hipoglikemiju izazvati tek nakon, a ne tijekom aktivnosti, pa tada treba i primijeniti dodatnu količinu ugljikohidrata. Za razliku od toga, aerobne aktivnosti zahtijevat će dodatne ugljikohidrate svakako prije, često tijekom, a katkad i nakon aktivnosti. Trenutačno ne postoje preporuke bazirane na dokazima o tome kada i koliko ugljikohidrata primijeniti kako bi se spriječila hipoglikemija nakon aktivnosti. Manje bazalnog inzulina, međuobrok složenog ugljikohidrata, smanjeni bolus inzulina uz obrok nakon aktivnosti svakako će smanjiti rizik od hipoglikemije. Obrok niskog glikemijskog indeksa sa složenim ugljikohidratima, mastima i bjelancevinama prije spavanja smanjit će rizik od noćne hipoglikemije nakon dana s više aktivnosti (6).

Mjesto primjene inzulina dodatno će utjecati na rizik od hipoglikemije. Ako smo inzulin primijenili na mjesto uključeno u aktivnost, pojačana cirkulacija ubrzat će apsorpciju inzulina i metabolički učinak.

Povišena temperatura okoline ubrzat će apsorpciju inzulina, dok će je niska temperatura usporiti. Uz povišenu temperaturu potrošnja energije je povećana, što pridonosi riziku od hipoglikemije.

Uz tjelesnu aktivnost potrebno je voditi računa o vremenu izvođenja, intenzitetu i dužini trajanja aktivnosti, količini ugljikohidrata i inzulina te odgovoru glukoze prije, tijekom i nakon aktivnosti. Određivanje glikemije nekoliko sati nakon aktivnosti te prije spavanja važno je u danima pojačane aktivnosti, kako bi se izbjegla noćna hipoglikemija. Razina glikemije prije spavanja, koja bi upućivala na rizik od noćne hipoglikemije, nije s pouzdanosću određena. Prema jednoj studiji glikemija ≤ 7 mmol/L određena prije odlaska na počinak upućuje na mogućnost noćne hipoglikemije, posebno u danima pojačane aktivnosti (6).

ZAKLJUČAK

Redovito provođenje tjelesne aktivnosti važno je za održanje zdravlja, kako u zdravih osoba tako i u onih sa ŠB-om tip 1, kojima dodatno pomaže u postizanju zadovoljavajuće regulacije bolesti. Dobro educirani bolesnik mora znati do kojih promjena tjelesna aktivnost dovodi i kako, vodeći računa o njenom intenzitetu i trajanju, prilagoditi inzulinsku terapiju i unos ugljikohidrata vrijednostima glikemije prije, tijekom i nakon aktivnosti, kako bi se spriječila neželjena reakcija, bilo da je riječ o hiperglikemiji ili hipoglikemiji.

Autori izjavljuju da nisu bili u sukobu interesa.
Authors declare no conflict of interest.

LITERATURA

- Riddell M, Perkins B. Type 1 diabetes and vigorous exercise: Applications of exercise physiology to patients management. *Can J Diab.* 2006;30:63-71.
- Thorell A, Hirshman MF, Nygren J, et al. Exercise and insulin cause GLUT-4 translocation in human skeletal muscle. *Am J Physiol.* 1999;277:E733-E741.
- American Diabetes Association. Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27:S58-S62.
- Giannini C, Mohn A, Chiarelli F. Physical exercise and diabetes during childhood. *Acta Biomed.* 2006;77 (Suppl 1):18-25.
- Petersen KF, Price TB, Bergerson R. Regulation of net hepatic glycogenolysis and gluconeogenesis during exercise: impact of type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89:4656-64.
- Robertson K, Adolfsson P, Riddell M, Scheiner G, Hanas R. Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2009;10 (Suppl 12):154-68.
- Galassetti P, Tate D, Neill R, Morrey S, Wasserman D, Davis S. Effect of antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to subsequent exercise in Type 1 diabetes. *Diabetes.* 2003;52:1761-9.
- Perkins B, Riddell M. Type 1 diabetes and exercise: Using insulin pump to maximum advantage. *Can J Diab.* 2006;30:72-80.

9. Nordfeldt S, Ludvigsson J. Fear and other disturbances of severe hypoglycaemia in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. J Pediatr Endocrinol Metab. 2005;18:83-91.

10. Tuominen JA, Karonen SL, Melamies L, Bolli G, Koivisto VA. Exercise-induced hypoglycaemia in IDDM patients treated with a short- acting insulin analogue. Diabetologia. 1995;38:106-11.

11. Riddell M, Iscoe K. Physical activity, sport and pediatric diabetes. Pediatr Diabetes. 2006;7:60-70.

S u m m a r y

PHYSICAL ACTIVITY AND TYPE 1 DIABETES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

G. Stipančić

Type 1 diabetes, the third leading chronic disease in pediatric population, significantly affects life expectancy and quality of life. Only good metabolic control of the disease, including maintaining target blood glucose levels, will prevent the development of diabetes complications. The basis of treatment consists of insulin, diet and physical activity combined with good education. Patients must understand how the body responds to physical activity, its positive and possible negative effects. Therefore, the patient has to prepare for physical activity taking into account its type and duration, regime of insulin therapy, current blood glucose level and need of carbohydrate replacement. Only in this manner, the patients' participation in physical activity will be enjoyable with a favorable health effect.

Descriptors: MOTOR ACTIVITY; DIABETES MELLITUS, TYPE 1; CHILD; ADOLESCENTS

Primljeno/Received: 17. 11. 2011.

Prihvaćeno/Accepted: 13. 4. 2012.