

UČINCI TJELESNE AKTIVNOSTI AEROBNOG I ANAEROBNOG TIP NA SMANJENJE DOZE INZULINA KOD DIJABETIČARA

THE EFFECTS OF AEROBIC AND ANAEROBIC PHYSICAL ACTIVITY ON INSULIN DOSE REDUCTION IN DIABETICS

Hrvoje Brlečić, Lana Ružić

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

SAŽETAK

Kako bi spriječili hipoglikemiju i hiperglikemiju tijekom vježbanja, dijabetičari moraju prilagoditi svoju prehranu i doziranje inzulina. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi da li i u kojoj mjeri aerobna i anaerobna tjelesna aktivnost utječe na razinu glukoze u krvi i potreban broj jedinica inzulina kod pacijenata oboljelih od dijabetesa tipa 1 koji prethodno nisu redovito vježbali. Trideset ispitanika (prosječne dobi 26,8±8,6; starosti 16-49 godina), 17 ženskih i 13 muških, pohađali su jedan mjesec treninga koji se sastojao ili od dominantno aerobnog tipa treniranja (34% ispitanika) ili od anaerobnog tipa treniranja (20% ispitanika) ili mješovitog (46% ispitanika). Svi ispitanici bolovali su od dijabetesa tipa 1 i primali su inzulinsku terapiju. Vrijednosti HbA1c, prosječne visine glukoze u krvi i dnevnog broja jedinica inzulina bile su zabilježene prije i poslije razdoblja treniranja. Rezultati Student t-testa za nezavisne uzorke pokazali su da su srednje vrijednosti HbA1c značajno smanjene (7,95±0,73 vs. 7,74±0,56%, $p < 0,001$). Također, smanjenje dnevne potrošnje inzulina bilo je statistički značajno (52,1±6,0 jedinice inzulina vs 42,68±5,2 jedinica, $p < 0,001$), kao i GUK (8,25±0,78 vs 7,84±0,68 mmol/L, $p < 0,001$). Nije bilo razlika između aerobnog, anaerobnog i mješovitog tipa treninga, ali zbog problema malog uzorka ne možemo tvrditi da one ne postoje (ANOVA rezultati: Wilks Lambda = 0,715, $F(6,22) = 0,679$, $p = 0,674$). Iako nismo bili u mogućnosti utvrditi odnos između vrste aktivnosti i smanjenja promatranih vrijednosti, uspjeli smo potvrditi smanjenje u odnosu s volumenom aktivnosti. Ne-parametarski korelacijski test potvrdio je statistički značajne korelacije između volumena dnevne tjelesne aktivnosti u minutama i smanjenje HbA1c (Spearman $R = 0,57$); prosječnog smanjenja razine glukoze u krvi (Spearman $R = 0,44$) i dnevnog broja jedinica inzulina koja se uzima (Spearman $R = 0,54$).

Ključne riječi: dijabetes, inzulini, tjelesna aktivnost

SUMMARY

To prevent hypo and hyperglycemia during exercise, diabetics need to adjust their nutrition and insulin dosage. The aim of this study was to determine whether and how physical activity affects the blood glucose levels and the required amount of insulin in previously sedentary patients suffering from type 1 diabetes.

Thirty subjects (mean age 26,8±8,6; range 16-49 years), 17 female and 13 male, underwent the one month training procedure consisting of either dominantly aerobic type of training (34% of subjects) anaerobic type of training (20% of subjects) or mixed (46% of subjects). All of the subjects suffered from diabetes mellitus, type 1 and were receiving insulin therapy. The values of HbA1c, the mean blood glucose concentration and the number of insulin units received daily were recorded before and after the exercise intervention. The monitored parameters were measured once again after the intervention. The results of the Student t-test for independent samples showed that the mean values of HbA1c decreased significantly (7,95±0,73 vs. 7,74±0,56%; $p < 0,001$). Similarly, the decrease in the daily insulin unit consumption was also statistically significant (52,1±6,0 Ins units vs. 42,68±5,2 units; $p < 0,001$), and mean blood glucose as well (8,25±0,78 vs. 7,84±0,68 mmol/L; $p < 0,001$). No differences were found but as for the problem of the small number of subjects in each group we could not claim that those do not exist (ANOVA results: Wilks Lambda = 0,715, $F(6,22) = 0,679$; $p = 0,674$). Even though we were unable to determine the relation between the type of the activity and the decrease of the monitored parameters, we did manage to confirm the relation of those with the activity volume. Non-parametric correlation test confirmed statistically significant correlations between the volume of the daily physical activity in minutes and the decrease in HbA1c (Spearman $R = 0,57$); mean blood glucose decrease (Spearman $R = 0,44$) and the daily insulin units used (Spearman $R = 0,54$).

Key words: Diabetes, Exercise, Insulin

UVOD

Dijabetes je jedna od najraširenijih kroničnih bolesti koja pogađa sve dobne skupine. Ukoliko se glikemička kontrola ne održava, komplikacije koje nastaju mogu biti po život opasne za osobu oboljelu od dijabetesa. Ovisno o vrsti dijabetesa (tip 1 ili tip 2), regulacija u velikoj mjeri ovisi o terapiji, načinu života, tjelesnoj aktivnosti kao i o prehranbenim navikama bolesnika (1,4). Za razliku od dijabetesa tipa 1, u dijabetesu tipa dva mehanizam učinka tjelesne aktivnosti se prvenstveno očituje u povećanju osjetljivosti receptora za inzulin (8).

Rizik od hipoglikemije se značajno povećava za vrijeme i nakon tjelesne aktivnosti uz normalnu dozu inzulina i bez dodatnih ugljikohidrata. Ako se tjelesna aktivnost može predvidjeti, smanjenje normalne doze inzulina značajno će smanjiti rizik od hipoglikemije i odgođene hipoglikemije (6,13). Broj jedinica inzulina za koju bi se trebao smanjiti dnevni unos inzulina ovisi i o trajanju, kao i intenzitetu tjelesne aktivnosti, zatim dodatno o razini inzulina i glukoze u krvi koja je izmjerena prije bavljenja aktivnošću, dijelu dana (jutro, popodne, večer) u kojem se aktivnost provodi što je također bitna činjenica s obzirom da tijelo drugačije reagira ujutro i navečer, kao i volumenu i učestalosti aktivnosti (1,9). Tjelesna aktivnost dokazano povoljno utječe na kontrolu i reguliranje GUK kod dijabetesa tipa 1, no isto tako brojni dijabetičari nisu svjesni da bi uz pojačanu tjelesnu aktivnost morali regulirati doziranje inzulina kako bi se izbjegle komplikacije do kojih može doći kao što su hipoglikemija i hiperglikemija (11,12).

Primarni cilj ovog rada je bilo utvrđivanje učinaka tjelesne aktivnosti na kontrolu glukoze u krvi kod ispitanika s dijabetesom tipa 1, odnosno utjecaj tjelesne aktivnosti na smanjenje dnevne potrebe za insulinom uz mjerenje razine glukoze u krvi prije, poslije i za vrijeme tjelesne aktivnosti, te uz mjerenje dnevno potrebne količine inzulina prije početka aktivnog bavljenja tjelesnim aktivnostima i nakon mjesec dana intenzivnog treninga (glukoza, HbA1c).

Hipoteza je bila da će ispitanici tijekom bavljenja tjelesnom aktivnošću trebati manje inzulina nego u vrijeme neaktivnosti (glukoza) te da će nakon mjesec dana redovne tjelesne aktivnosti smanjiti ukupnu dnevnu potrebu za insulinom treninga (glukoza, HbA1c).

ISPITANICI I METODE

Ispitanici

U istraživanju je uz informirani pristanak sudjelovalo 30 ispitanika koji su se počeli baviti tjelesnom aktivnošću nakon perioda neaktivnosti od nekoliko godina, (17Ž i 13M, prosječne dobi 26,8±8,6; raspon 16-49 godina) starosti koji su bolovali od dijabetesa tipa 1. Svi ispitanici su na inzulinskoj terapiji, od toga 3 ispitanika koristi inzulinsku pumpu, dok ostali inzulin uzimaju putem inzulinskih injekcija. Ispitanici su bili upućeni da rade provjere glukoze u krvi (GUK) 5 puta dnevno, od toga obavezno jednom prije i jednom nakon treninga. Dnevni prosjeci glukoze u krvi izračunati su temeljem tih mjerenja.

Intervencija

Vrsta programa određena je putem preferencija samog ispitanika i putem sugestije osobnog trenera. Ispitanici u grupi koja se bavila isključivo *aerobnim treningom* svoje je aktivnosti bazirala na različitim vrstama aerobica (klasičan aerobik, step aerobik, zumba, fat burn i sl.) uz kombinaciju aerobnih treninga u teretani (traka za trčanje, orbitrek, bicikl, steper) ili nekoj od aerobnih sportskih aktivnosti (tenis, trčanje).

Ispitanici u grupi koja se bavila isključivo anaerobnim treningom aktivnosti su temeljili na treningu u teretani koji je uključivao vježbe s bučicama i dvoručnim utezima, vježbe sa vlastitom težinom (zglobovi, skleкови, trbušnjaci) odnosno rad na spravama koje utječu na određena mišićne skupine. Ukoliko je ispitanik pokazao preferenciju za takvu vrstu treninga, planirani program za njega bile su dnevne vježbe koje su se bazirale na radu za određene skupine mišića (jedan dan aktivnosti koje uključuju dvije mišićne skupine- noge i ramena, drugi dan prsa i ruke, treći dan leđa i trbuh).

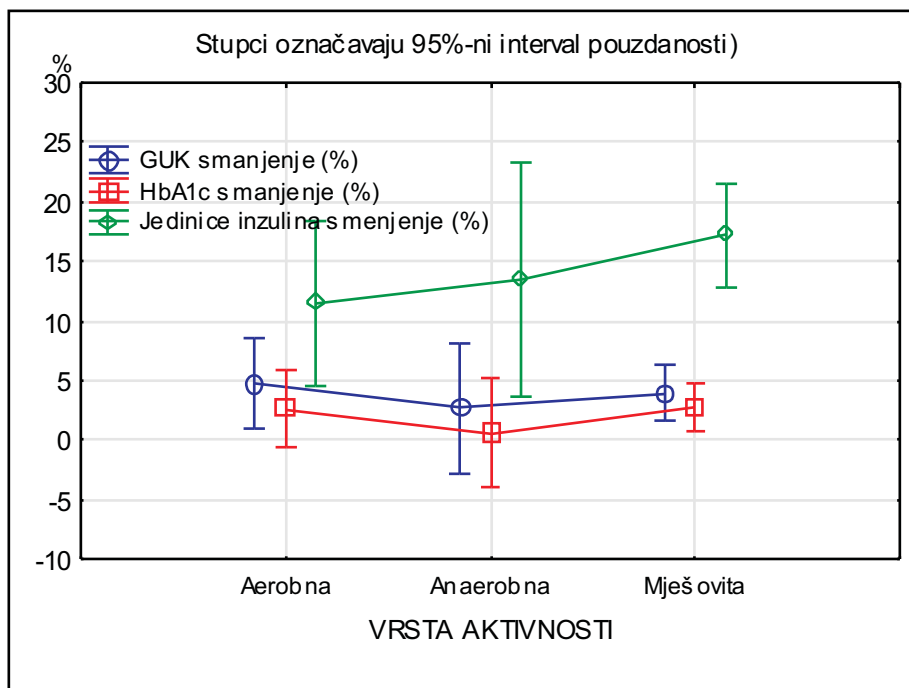
Ispitanici koji su se bavili mješovitim treningom (kao i u radu Fatonea i sur (7)) dobili su plan treninga koji je uključivao aerobno vježbanje na početku treninga (traka za trčanje, orbitrek, steper, bicikl) i koji je trajao pola treninga, te nakon toga, ovisno o danu, radili su vježbe snage slično kao i navedena anaerobna skupina ali manjeg volumena.

Vrijednosti zadnja tri mjerenja HbA1c prije početka bavljenja tjelesnom aktivnošću, te prosječne dnevne jedinice inzulina zabilježene su prije početka intervencije. Dijabetičari koji boluju od dijabetesa tipa 1 za potrebe redovitih kontrola vode dnevnik o visini glukoze u krvi i danim jedinicama inzulina. Dobiveni podaci poslužili su kao polazne vrijednosti korekcija kojih se pratila nakon mjesec dana aktivnosti. U istraživanju su se koristile prosječne dnevne vrijednosti visine glukoze u krvi prije početka bavljenja tjelesnom aktivnošću i prosječan broj apliciranih jedinica inzulina, te vrijednosti HbA1c-a koje su se uspoređivale s danim vrijednostima nakon mjesec dana bavljenja tjelesnom aktivnošću. Ispitanici su upućeni da prate i zapisuju frekvenciju svojih treninga, s obzirom da je plan aktivnosti uključivao dnevne aktivnosti u razdoblju od 30 do 90 min. Dužina dnevnog treninga je bila zapisana ali ostavljena *ad libitum* ispitanicima s time da je minimalna frekvencija morala biti tri puta tjedno kako bi se mogla istražiti povezanost volumena treninga s utjecajima na glikemičku kontrolu.

REZULTATI

Rezultati Studentovog t-testa za nezavisne uzorke pokazuju da se prosječna vrijednost HbA1c značajno smanjila (7,95±0,73 vs. 7,74±0,56%; p<0,001). Također, smanjenje broja dnevnih jedinica inzulina također je bilo statistički značajno (52,1±6,0 jedinica inzulina vs. 42,68±5,2 jedinica; p<0,001), kao i prosječne visine glukoze u krvi (8,25±0,78 vs. 7,84±0,68 mmol/L; p<0,001). Iako su uzorci podijeljeni u grupe prema vrsti treninga bili relativno mali, ipak smo pokušali utvrditi razlike utjecaja aerobnog, anaerobnog i mješovitog

treninga. Iste nisu utvrđene (ANOVA: Wilk Lambda =0,715; F(6,22)=0,770;p=0,674), no zbog malog broja ispitanika po skupinama ne možemo tvrditi da iste ne postoje (Slika 1)



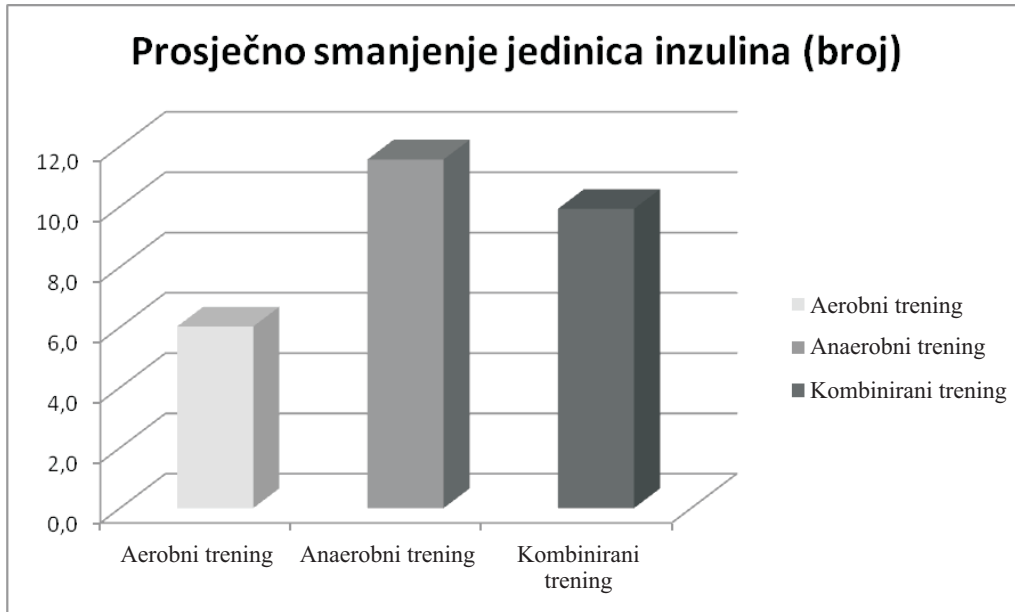
Slika 1. ANOVA rezultati prema grupama po vrsti tjelesne aktivnosti
Figure 1. The results of ANOVA between the groups according to the type of exercise

Iako nismo mogli utvrditi vezu između vrste aktivnosti i smanjenja promatranih vrijednosti, ipak smo uspjeli potvrditi njihov odnos s volumenom tjelesne aktivnosti. Ne-parametarski korelacijski test potvrdio je statistički značajnu vezu između dnevne tjelesne

aktivnosti (u minutama) i smanjenju HbA1c (Spearman R=0,57); smanjenju prosječne visine glukoze u krvi (Spearman R=0,44) i smanjenju dnevnog broja jedinica inzulina (Spearman R=0,54)..

Tablica 1. Utjecaj tjelesne aktivnosti po dobnim skupinama na smanjenje jedinica inzulina
Table 1. The influence of exercise on insuline units according to the age

Dobna skupina	Broj ispitanika	Prosječno smanjenje jedinica inzulina (broj)	Prosječno smanjenje jedinica inzulina (%)	Prosječna količina inzulina prije t.a.	Prosječno vrijeme treniranja
16-20	8	10,3	24,30%	52,9	73,1
21-30	14	8,5	20,30%	50,4	61,1
31-40	5	11,6	28,08%	53,2	54,0
>40	3	7,8	17,02%	56,1	40,0
Ukupno	30	9,4±3,9	22,33%±9,57%	52,1±18,4	61,0±22,9

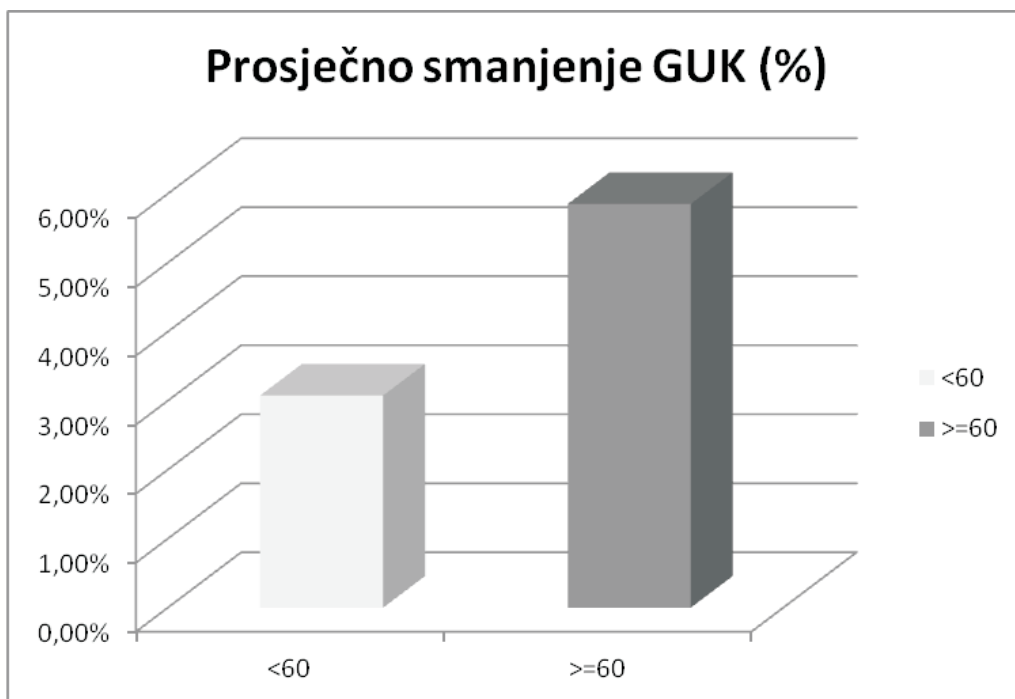


Slika 2. Utjecaj vrste tjelesne aktivnosti na smanjenje jedinica inzulina (%). Razlike nisu bile statistički značajne
Figure 2. The influence of exercise on insuline units according to the type of exercise. The differences were not statistically significant.

Utjecaj trajanja tjelesne aktivnosti

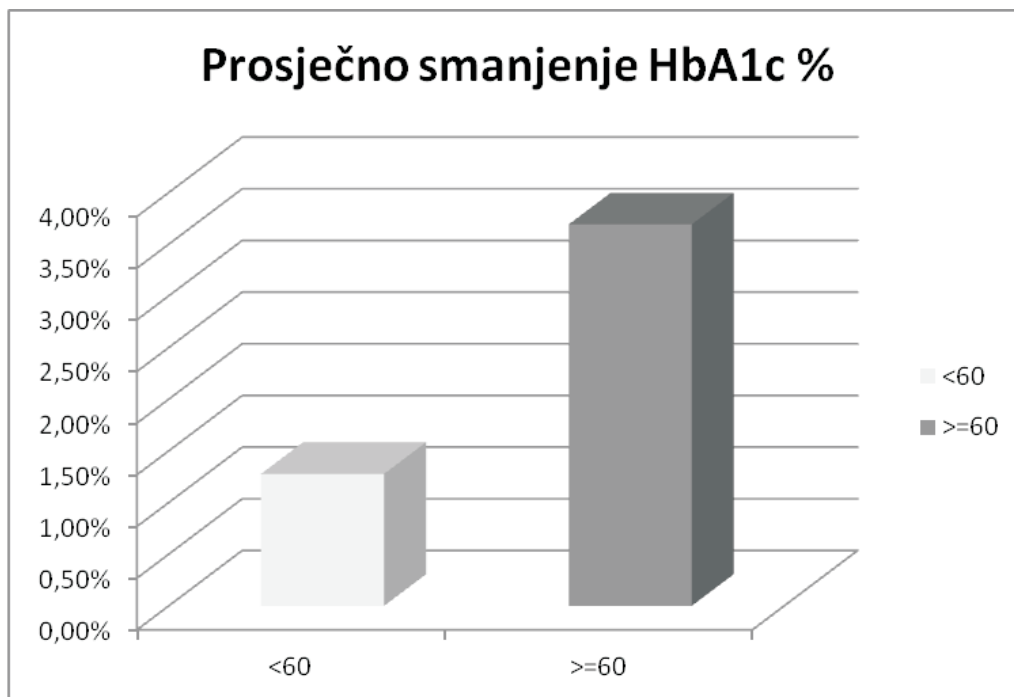
Na Slikama 3., 4. i 5. prikazano je prosječno smanjenje GUK-a i HbA1c kao i dnevnih jedinica

inzulina u postotcima kod ispitanika čiji je dnevni trening trajao manje od 60 minuta kao i u onih čiji je trening trajao duže od 60 minuta.



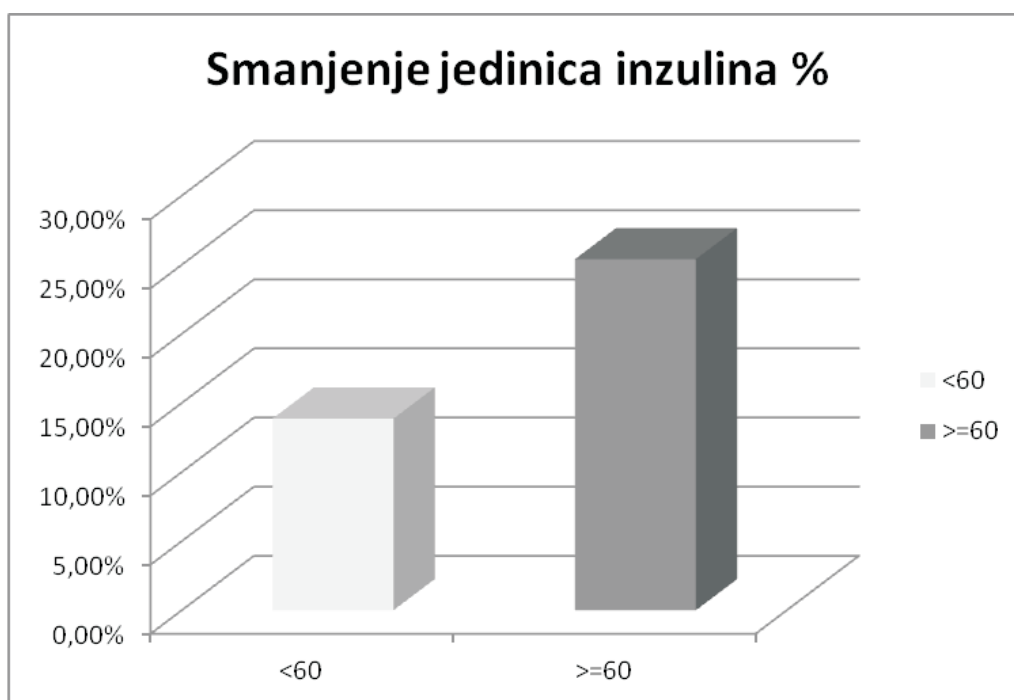
Slika 3. Utjecaj trajanja tjelesne aktivnosti (više ili manje od 60 minuta u danu treninga) na smanjenje prosječnog GUK-a (%)

Figure 3. The influence of exercise duration (above or below 60 minutes per session) on blood glucose



Slika 4. Utjecaj trajanja tjelesne aktivnosti (više ili manje od 60 minuta u danu treninga) na smanjenje koncentracije HbA1c-a (%)

Figure 4. The influence of exercise duration (above or below 60 minutes per session) on HbA1c (in %)



Slika 5. Utjecaj trajanja tjelesne aktivnosti (više ili manje od 60 minuta u danu treninga) na smanjenje broja jedinica inzulina (%)

Figure 5. The influence of exercise duration (above or below 60 minutes per session) on reduction of insulin units (in %)

DISKUSIJA

Tjelesna aktivnost je izazvala pozitivne učinke na smanjenje broja jedinica inzulina i glikemijsku kontrolu neovisno o dobi i vrsti aktivnosti. Prosječno smanjenje jedinica inzulina kod prije neaktivnih pacijenata s dijabetesom tipa 1 koji su se počeli baviti nekom tjelesnom aktivnošću i nastavili tijekom mjesec dana bilo je $22,3\% \pm 9,57\%$. Možemo reći da se količina inzulina koju je potrebno dati zbog bavljenja tjelesnom aktivnošću, ovisno o vrsti i intenzitetu treninga, kao i o količini inzulina koja se davala prije početka bavljenja tjelesnom aktivnošću smanjuje između 13% i 35 % što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (1,3).

Ispitanici u dobnoj skupini između 30 i 40 godina najviše su smanjili broj jedinica inzulina, no to treba promatrati uz činjenicu da su ti ispitanici prije početka bavljenja tjelesnom aktivnošću uzimali u prosjeku više inzulina od ostalih, te da ih je većina imala dnevno preko 60 min tjelesne aktivnosti što limitira zaključak.

Prema dobivenim rezultatima ispitanici koji su se tijekom mjesec dana bavili anaerobnim treningom postigli su najveće smanjenje apliciranog inzulina (u prosjeku 24,51%), dok je kombinirani trening (aerobni i anaerobni zajedno) na drugom mjestu s prosječnim smanjenjem 23,58%. Ispitanici koji su se bavili anaerobnom aktivnošću su najviše (6,50%) smanjili dnevnu prosječnu koncentraciju glukoze u krvi. Vrijednosti nisu bile statistički značajne, a zaključci u tom pogledu su limitirani zbog ograničavajućeg čimbenika malog broja ispitanika po skupinama jer je u istraživanjima koja su navedeno potvrdila (5,10,11) uzorak po skupinama bio nešto veći. Iako, Tan i suradnici su potvrdili dobar učinak kombiniranog treninga aerobnog i anaerobnog tipa u starijih osoba na 12 ispitanika tijekom šest mjeseci (14).

Navedeni rezultat može biti i iznenađujući, tim više što je smatrano da će anaerobni trening imati većeg učinka

na smanjenje potrebe za inzulinom (2,8), no ako se uzme u obzir da je taj trening možda izazivao veći stres i katekolaminski odgovor, značajnije smanjenje inzulinskih jedinica je možda bilo kompromitirano kortizolskim povišenjem šećera u krvi tijekom same aktivnosti zbog stresa.

Istraživanje je potvrdilo i da se dužim trajanjem treninga bolje regulira glikemija i kao i smanjuje potreba za inzulinom tj. ispitanicima koji su u prosjeku vježbali ispod sat vremena dnevno GUK u krvi smanjio se u prosjeku za 3,08%, dok se ispitanicima koji su vježbali preko sat vremena dnevno GUK smanjio za u prosjeku 6,48%. Razlika se pokazala i kod smanjenja HbA1c, gdje se ispitanicima koji su vježbali ispod sat vremena dnevno smanjio u prosjeku 1,28%, dok se ispitanicima koji su vježbali preko sat vremena smanjio u prosjeku 3,69%. Najveći utjecaj vidi se na smanjenje broja jedinica inzulina, gdje se kod ispitanika koji su trenirali ispod sat vremena dnevno u prosjeku broj jedinica inzulina smanjio za 13,87%, dok se onima koji su trenirali preko sat vremena smanjila za 25,4%. Sve troje navedeno će u konačnici dovesti do bolje regulacije bolesti i prevenirati komplikacije (15).

U osoba koje su prije početka bavljenja tjelesnom aktivnošću imale unos manjeg broja jedinica inzulina te niske prosječne GUK i HbA1c, nije se značajno količina inzulina kojeg trebaju primijeniti, kao niti prosječni GUK i HbA1c što je potvrdilo da je vrlo teško generalno za sve unaprijed točno odrediti koliko manje inzulina pacijent treba uzimati u slučaju bavljenja tjelesnom aktivnošću, čak i uz grupiranje po vrsti tjelesne aktivnosti, dobi i trajanju dnevnog bavljenja aktivnošću. Stoga, u zaključku, dijabetičarima koji uzimaju inzulin je potrebno individualizirano savjetovanje ovisno o GUK prije vježbanja kao i o vrsti i kalorijskoj vrijednosti hrane koju pacijent uzima prije i poslije vježbanja, te intenzitetu treninga kao i praćenje razine GUK i jedinica inzulina kako bi se izbjegla hipoglikemija za vrijeme aktivnosti.

Literatura

1. American Diabetes Association Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*.2008; 31; S12-S54
2. Andersen E, Høstmark AT. Effect of a single bout of resistance exercise on postprandial glucose and insulin response the next day in healthy, strength-trained men. *J Strength Cond Res*. 2007;21(2):487-91
3. Chimen M, Kennedy A, Nirantharakumar K, Pang TT, Andrews R, Narendran P. What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? *Diabetologia*.2012; 55: 542–51
4. Collazo-Clavell, M. Mayo Clinic o životu s dijabetesom. Zagreb; Medicinska naklada, 2005.
5. D'hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, Stegen S, De Schepper J, Van Aken S, Dewolf D, Calders P. Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011;25(4):349-59
6. Dušek T, Aganović I. Izračun tjelovježbe u terapiji šećerne bolesti. *Medix*.2009; 15:80/81:r 186–8
7. Fatone C, Guescini M, Balducci S, Battistoni S, Settequattrini A, Pippi R, Stocchi L, Mantuano M, Stocchi V, De Feo P. Two weekly sessions of combined aerobic and resistance exercise are sufficient to provide beneficial effects in subjects with Type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome. *J Endocrinol Invest*. 2010;33(7):489-95. doi: 10.3275/6814.
8. Ferrara CM, Goldberg AP, Ortmeyer HK, Ryan AS. Effects of aerobic and resistive exercise training on glucose disposal and skeletal muscle metabolism in older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(5):480-7
9. Hasler, T.D., Fisher, B.M., MacIntyre, P.D. and Mutrie, N. Exercise consultation and physical activity in patients with type 1 diabetes. *Pract Diab Int*.2000; 17: 44–8
10. Kwon HR, Han KA, Ku YH, Ahn HJ, Koo BK, Kim HC, Min KW. The effects of resistance training on muscle and body fat mass and muscle strength in type 2 diabetic women. *Korean Diabetes J*. 2010 Apr;34(2):101-10
11. Otterman NM, van der Schaaf M, Busch-Westbroek TE, van Schie CH, Nollet F. The use and safety of combined resistance and aerobic training in a patient with complications related to type 2 diabetes: a case report. *Disabil Rehabil*. 2012;34(17):1495-500
12. Ružić L, Matković B. Neka pravila za izbjegavanje hipoglikemičnih stanja kod sportaša bolesnika od diabetes mellitusa. *Zbornik radova ljetne škole*. Zagreb: Savez pedagoga fizičke kulture Hrvatske. 1997; 119-22
13. Sato Y, Nagasaki M, Kubota M, Uno T, Nakai N. Clinical aspects of physical exercise for diabetes/metabolic syndrome. *Diabetes Res Clin Pract*. 2007;77 Suppl 1:S87-91
14. Tan S, Li W, Wang J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *J SportsSci Med*. 2012;11(3):495-501
15. Wadén J, Forsblom C, Thorn LM. Physical activity and diabetes complications in patients with type 1 diabetes; the Finnish Diabetic Nephropathy (FinnDiane) Study. *Diabetes Care*.2008;31:230–2