



Problemsko učenje študentov v delovno okolje: gospodarstvo, negospodarstvo in neprofitni sektor v lokalnem/regionalnem okolju 2024-2027

Sklop B negospodarstvo in neprofitni sektor v lokalnem/regionalnem okolju

Kožna mikrocirkulacija – okno v sposobnost prilagajanja telesa na klimatske spremembe

Sodelujoči študenti: Kim Ameršek, Maruša Bergant, Maj Juvan, David Kovačič, Luka Kramarič, Lovrenc Primc, Matija Potočnik, Ada Elizabeta Sok, Peter Vitamvas,

Mentorji: Klemen Dovč, Lana Kralj, Tilen Trček, Nejka Potočnik

Sodelujoče institucije: Inštitut za fiziologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani;

UKC Ljubljana, Pediatrična klinika, Klinični oddelek za endokrinologijo, diabetes in presnovne bolezni;

Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru

Trajanje: marec – julij 2026

Spremenjena mikrocirkulacija je ena prvih žilnih sprememb povezana s sladkorno boleznijo tipa 1 (SB1) in bi bila lahko kazalec zgodnjih sprememb žilne funkcije pri SB1, ki bistveno vpliva na sposobnost uravnavanja telesne temperature pri teh bolnikih. Kronična hiperglikemija in glikemična variabilnost sprožita kaskado patofizioloških procesov, ki poslabšajo delovanje endotelija in spreminjajo vazomotorni tonus ter povzročita spremembe reaktivnosti avtonomnega živčnega sistema, ki pomembno vpliva na regulacijo mikrožilnega krvnega pretoka in s tem na sposobnost termoregulacije, ki je v luči aktualnih klimatskih sprememb ključnega pomena.

Namen tega študentskega projekta je bol odkriti morebitne zgodnje spremembe mikrožilja in s tem zmanjšano sposobnost termoregulacije pri bolnikih s SB1 glede na zdrave vrstnike in parametre mikrožilne funkcije povezati s parametri urejenosti SB1. Kot kazalce urejenosti sladkorne bolezni smo upoštevali vrednosti povezane z nihanjem koncentracije glukoze v krvi (SG) v zadnjem mesecu pred testom: povprečna koncentracija glukoze v krvi (AVG_SG), standardna deviacija (SD_SG), variabilnost (CV_SG), ter % časa, ko je bila SG pod 3,0 mmol/L (PCT_54), pod 3,9 mmol/L (PCT_70), med 3,9 in 10 mmol/L (PCT_70_180), nad 10 mmol/L (PCT_180) in nad 13,9 mmol/L (PCT_250), celokupno, podnevi ali ponoči.

V raziskavi je sodelovalo 12 mladih, redno telesno aktivnih posameznikov s SB1. Vsi so za nadzorovanje SB1 uporabljali inzulinsko črpalko (AID, Medtronic 780G) in kontinuiran podkožni monitoring SG (FreeStyle Libre) ter 12 zdravih po starosti, spolu in indeksu telesne mase uravnoteženih preiskovancev. Udeleženci so opravili dva provokacijska testa mikrožilja in sicer reaktivno hiperemijo po zažemu brahialne arterije in test maksimalne obremenitve, pri katerem opazujemo spremembo v mikrožilju po končani obremenitvi glede na stanje pred telesno obremenitvijo. Študenti so se naučili opravljati tudi nekatere druge provokacijske teste, vendar teh meritev v sklopu projekta nismo analizirali.

Rezultate predstavljamo na treh nivojih:



1. Statistična analiza reaktivne hiperemije, kjer smo ocenjevali površino krivulje hiperemičnega odziva na prstu (AUCprst) in na podlakti (AUCpodlakt), ki imata značilno različno zgradbo mikrožilja. **ni potrdila razlik med zdravimi in bolniki s SB1 (Tabela 1).**

Tabela1: Statistična analiza postokluzijske hiperemije

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	p
AUCpodlakt	,00	12	12,1850	6,35428	1,83432	
	1,00	10	14,8900	9,56209	3,02380	
	Total	22	13,4145	7,88899	1,68194	0,437
AUCprst	,00	12	80,7583	57,99290	16,74111	
	1,00	10	118,7920	103,43002	32,70744	
	Total	22	98,0464	81,98873	17,48006	0.289

AUC – površina pod krivuljo

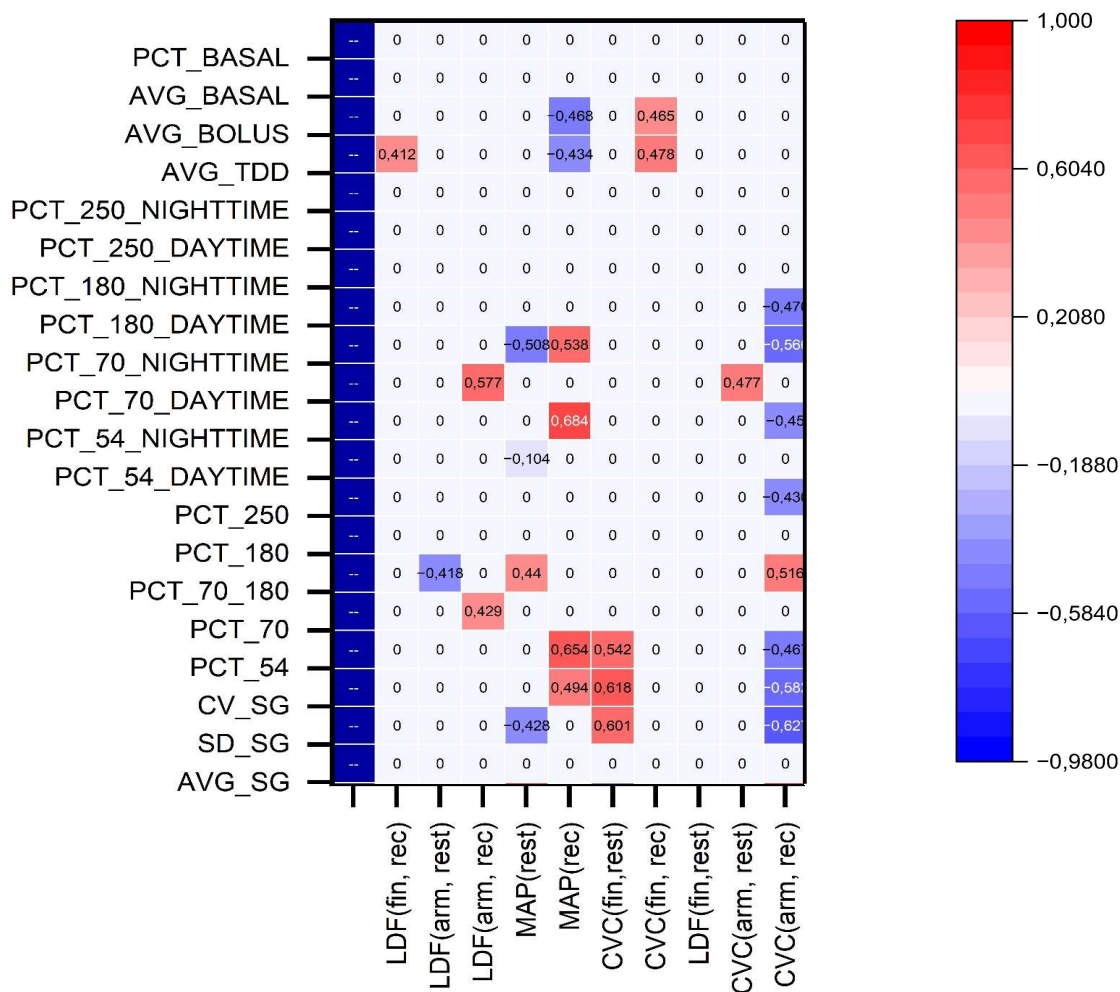
2. Odziv mikrožilja na stopnjevano obremenitev je pokazal razlike med zdravimi in bolniki s SB1. Odziv smo ocenjevali kot kožni krvni pretok izmerjen z laser dopplersko metodo (LDF) na prstu in na podlakti ter kot kožno žilno prevodnost (CVC), ki je definirana kot LDF/SAT, kjer je SAT srednji arterijski tlak. Pri bolnikih s SB1 sta zmanjšana tako mikrožilni krvni pretok kot tudi kožna žilna prevodnost na prstu (Tabela 2). Ker je koža, ki je podobna prstu (dlani, stopala) efektor termoregulacije naši izsledki kažejo, da **imajo bolniki s SB1 zmanjšano sposobnost termoregulacije glede na zdrave preiskovance.**

Tabela2: Srednja vrednost (standardni odklon) parametrov mikrožilja

Parameter	mirovanje		p	Okrevanje		p
	Zdravi	SB1		Zdravi	SB1	
LDFprst (AU)	190,25 (78,96)	101,00 (39,18)	0,01*	249,13 (91,76)	153,50 (66,33)	0,03*
LDFpodlakt (AU)	11,75 (3,45)	15,88 (6,15)	0,232	14,63 (6,74)	18,00 (5,88)	0,401
CVCprst (AU/mmHg)	2,12 (1,10)	0,93 (0,42)	0,02*	2,97 (0,87)	1,72 (0,57)	0,01*
CVCpodlakt (AU/mmHg)	0,13 (0,04)	0,14 (0,05)	0,652	0,22 (0,10)	0,22 (0,09)	0,376

LDF – kožni krvni pretok; CVC – kožna žilna prevodnost

3. Povezanost parametrov mikrožilne funkcije pri bolnikih s SB1(LDF, CVC) na prstu in na podlakti s parametri urejenosti sladkorne bolezni, kot so navedeni zgoraj je pokazala, da urejenost krvnega sladkorja vpliva predvsem na kožno žilno prevodnost na podlakti po koncu telesne obremenitve. Kaže negativno povezanost s CV_SG, SD_SG in PCT_54 ter pozitivno povezanost s PCT_70_180 (Slika 1).



Slika 1: Pearsonov korelacijski koeficient r (vrednost v rdečem ali modrem kvadratku), močnejša ko je korelacija, temnejši je odtenek barve, rdeče je prikazana pozitivna, modro pa negativna povezava parametrov, za vse prikazane vrednosti je $p < 0,05$.

arm – podlakt, fin – prst, rest – pred telesno obremenitvijo, rec – po telesni obremenitvi