

Mladi za napredek Maribora 2019

36. srečanje

# **Vpliv E-vitamina na telesno aktivnost**

Raziskovalno področje: ŠPORT

Raziskovalna naloga

Avtor: MARK KARPOV

Mentor: MATEJA KLEMENČIČ

Šola: OŠ FRANCA ROZMANA-STANETA MARIBOR

Število točk: 149

Mesto: 2

Priznanje: srebrno

Maribor, februar 2019

Mladi za napredek Maribora 2019

36. srečanje

## **Vpliv E-vitamina na telesno aktivnost**

Raziskovalno področje: ŠPORT

Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2019

## **Kazalo**

Povzetek .....	5
Zahvala .....	6
1 UVOD .....	7
2 METODOLOGIJA .....	8
3 TEORETIČNI DEL .....	8
3.1 Celica .....	8
3.2 Tkivo .....	9
3.3 Organi .....	9
3.4 Mišični sistem .....	10
3.5 Sestava mišice .....	12
4 EKSPERIMENTALNI DEL .....	15
5 REZULTATI .....	16
5.1 Rezultati skupin .....	17
5.2 Rezultati posameznikov .....	19
5.3 Mediana, rang, varianca, standardni odklon .....	21
5.4 Sklepanje na podlagi malih vzorcev .....	22
5.5 Preizkus, ostale hipoteze in izračuni .....	23
6 POTRDITEV ALI ZAVRNITEV HIPOTEZ .....	26
7 ZAKLJUČEK .....	27
8 DRUŽBENA ODGOVORNOST .....	28
9 VIRI .....	29
9.1 Knjižni viri .....	29
9.2 Spletni viri .....	29

### **Kazalo slik:**

Slika 1: Celica .....	9
Slika 2: Vrste mišic .....	10
Slika 3: Mišični sistem .....	11
Slika 4: Sestava mišice .....	12
Slika 5: Odziv mišice (sproščena in skrčena).....	13
Slika 6: Mišično vlakno.....	14
Slika 7: VAS skala .....	15

### **Kazalo tabel:**

Tabela 1: Rezultati testa kot vrednost bolečine na VAS skali .....	16
Tabela 2: Povprečne vrednosti bolečine z VAS skale.....	17
Tabela 3: Koeficienta odvisnosti izmerjene bolečine in zmanjšanja bolečine.....	18
Tabela 4: Koeficient odvisnosti izmerjene bolečine in zmanjšanja bolečine posameznikov ..	19
Tabela 5: Ranžirna vrsta evidentiranega zmanjšanja bolečine posameznikov.....	20

### **Kazalo grafov:**

Graf 1: Rezultati testa kot vrednost bolečine na VAS skali .....	17
Graf 2: Ranžirna vrsta evidentiranega zmanjšanja bolečine posameznikov .....	20

## **Povzetek**

Že nekaj časa se ukvarjam s športom in raziskovanja sem se lotil, da bi bolje razumel delovanje človeških mišic in da bi ugotovil vpliv E-vitamina na le-te.

V raziskovalni nalogi, pri kateri gre za prospektivno študijo, bom preverjal vpliv E-vitamina na razkroj mlečne kisline, ki je rezultat anaerobne telesne aktivnosti.

Rezultat testa je potekal tako, da sem meril aktivnost testirancev na sobnem kolesu s pomočjo VAS skale. Pričakoval sem bistveno zmanjšanje telesnih bolečin, ki spremljajo telesno obremenitev v anaerobni fazi, ob uporabi E-vitamina.

V svoji raziskovalni nalogi sem prišel do naslednjih ugotovitev:

- E-vitamin vpliva na zmanjšanje vrednosti bolečine pri izvajanju fizične aktivnosti.
- Placebo vpliva na zmanjšanje vrednosti bolečine pri izvajanju fizične aktivnosti.
- Trenutno počutje testiranca vpliva na vrednost bolečine pri izvajanju fizične aktivnosti.

## **Zahvala**

Zahvaljujem se svoji mentorici za pomoč in spodbudo, sodelujočim učiteljem za strokovno pomoč in lektoriranje, sodelujočim sošolcem ter sosošolcem. Prav tako se zahvaljujem organizaciji BodiFitCity (<https://bodifit.net/>) za brezplačno uporabo sobnih koles.

## 1 UVOD

V splošnem delu sem podal teoretično razlago o mišičnem sistemu. Posebej sem izpostavil anatomsko in fiziološko strukturo gladkih mišic (mišice, ki opravljajo svojo funkcijo brez vpliva naše volje), prečno progastih mišic (mišice, ki delujejo z močjo naše volje) ter srčno mišico. Pri fiziološki razlagi sem opisal mišična vlakna prečno progaste miškulature, energetsko delovanje (metabolizem) ter pomembnost kisika in drugih elementov pri pravilnem delovanju miškulature.

Telesno obremenitev smo izvajali pri stegenskih in trebušnih mišicah. V raziskavi sta sodelovali dve skupini desetih testirancev, ki so k sodelovanju pristopili s pisno privolitvijo. Test je potekal tako, da sem meril aktivnost na sobnem kolesu. Rezultate testiranja sem spremljal s pomočjo inštrumenta, ki meri subjektivni občutek bolečine - VAS skala. Vse rezultate sem statistično obdelal (statistična analiza majhnih vzorcev).

Vsak testiranec je vozil kolo 15 min oz. dokler ni prišel v anaerobno fazo, kjer je dosegel utrip srca nad 135 utripov na minuto (frekvenca). V prvem delu naloge so testiranci izvajali preizkus brez dodatkov. V drugem delu, po eno tedenskem mirovanju, smo opravili enako obremenitev pri vseh testirancih, kjer so nekateri pred obremenitvijo zaužili 200 I.E. (internacionalne enote) E-vitamina, drugi pa placebo.

V svoji raziskovalni nalogi sem zastavil štiri hipoteze:

**Hipoteza 1:** Pričakujem bistveno zmanjšanje telesnih bolečin, ki spremljajo telesno obremenitev v anaerobni fazi, ob uporabi E-vitamina.

**Hipoteza 2:** Pričakujem zmanjšanje telesnih bolečin, ki spremljajo telesno obremenitev v anaerobni fazi, ob zaužitju placeba.

**Hipoteza 3:** Pričakujem večje zmanjšanje telesnih bolečin ob uporabi E-vitamina, kakor ob zaužitju placeba.

**Hipoteza 4:** Dopuščam možnost poslabšanja rezultatov pri posameznikih, ob uporabi E-vitamina ali placeba, kot posledico trenutnega počutja.

## **2 METODOLOGIJA**

Raziskovalna naloga temelji na:

1. Teoretičnem delu, v katerem sem iskal podatke na spletu in v literaturi, relevantne uporabil, nepomembne zavrgel.
2. Eksperimentalnem delu, v katerem je potekal test telesne obremenitve na sobnem kolesu, kjer sem rezultate matematično obdelal, jih grafično in tabelarično predstavil.
3. Oblikovanju ugotovitev, katerim je sledila sklepna misel eksperimenta.

## **3 TEORETIČNI DEL**

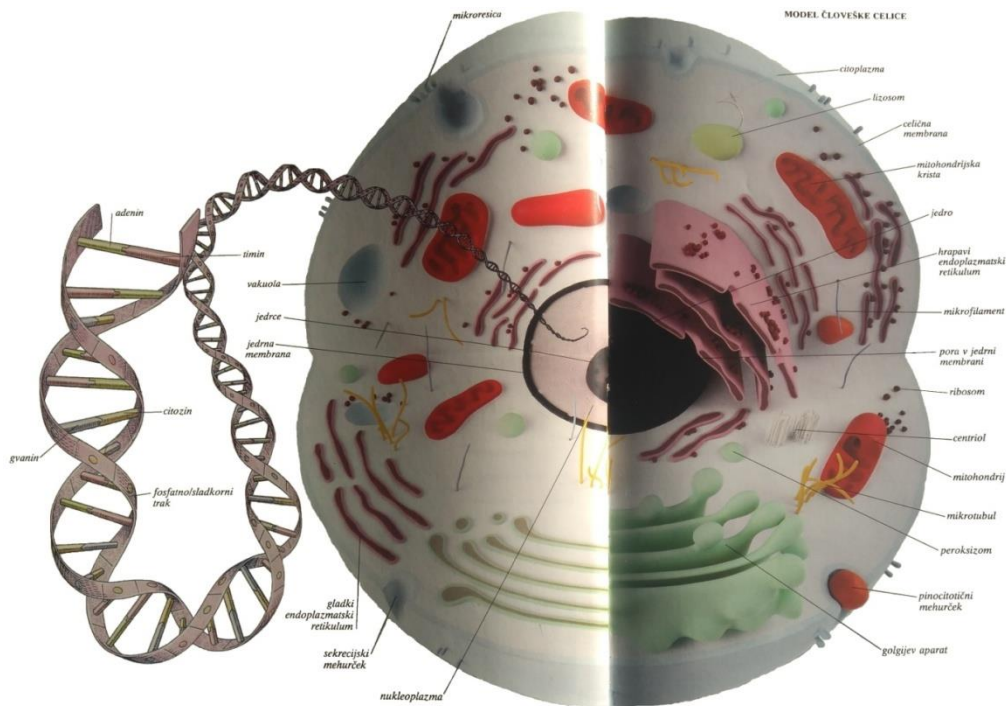
### **3.1 Celica**

Nauk, ki nas poučuje o obliki in zgradbi človeškega telesa, imenujemo anatomija. Fiziologija proučuje, kakšno je delovanje zdravega telesa. Telo je sestavljeno iz številnih organov. Organi se razlikujejo med seboj po zgradbi, obliki in nalogi. Vsak organ je sestavljen iz več vrst tkiv, tkiva pa so zgrajena iz skupine podobnih celic enake strukture in sestave.

Celica je najmanjša enota telesa. Sestavljena je iz jedra in citoplazme. Jedro je nosilec genetskega materiala, v citoplazmi pa so drobne strukture, ki jih imenujemo organeli, opravljajo pa vse vitalne funkcije, da celica živi (golgijev aparat, mitohondriji ...). Citoplazma je skoraj tekoče sestave, zgrajena iz beljakovin, ogljikovih hidratov, maščobnih kislin, soli (kalija, natrija, kalcija, magnezija...).

Celica raste, se razmnožuje, občutljiva je na dražljaje in ima svojo presnovo. Presnova obsega kemične procese, pri katerih se organske snovi razkrajajo in zopet obnavljajo, anorganske snovi pa potujejo v celico ali obratno. Pri tem se uporablja kisik in nastaja ogljikov dioksid. Razpadle snovi in izgubljeno energijo nadomesti celica s hrano.





**Slika 1: Celica**

(Vir: Slikovni slovar človeškega telesa, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 1993, str. 12)

### 3.2 Tkivo

Tkiva predstavljajo skupine enakih celic in z istim opraviлом. Razlikujemo naslednja tkiva:

1. Epitelno, ki pokriva površino telesa, vse votline v telesu in notranjost vseh organov, ki so votli ali v obliki cevi.
2. Oporno tkivo (vezivno, hrustančasto, kostno in maščobno).
3. Mišično tkivo, ki je sestavljeno iz celic, ki se lahko krčijo (kontrahirajo).
4. Živčno tkivo, ki je sestavljeno iz živčnih celic različne oblike in velikosti. Živčna celica ima več odrastkov, nekateri so krajši (dendriti), drugi daljši (nevriti). Po teh odrastkih se prevaja vzburjanje iz celice na celico in iz njih je zgrajen celotni živčni sistem.

### 3.3 Organi

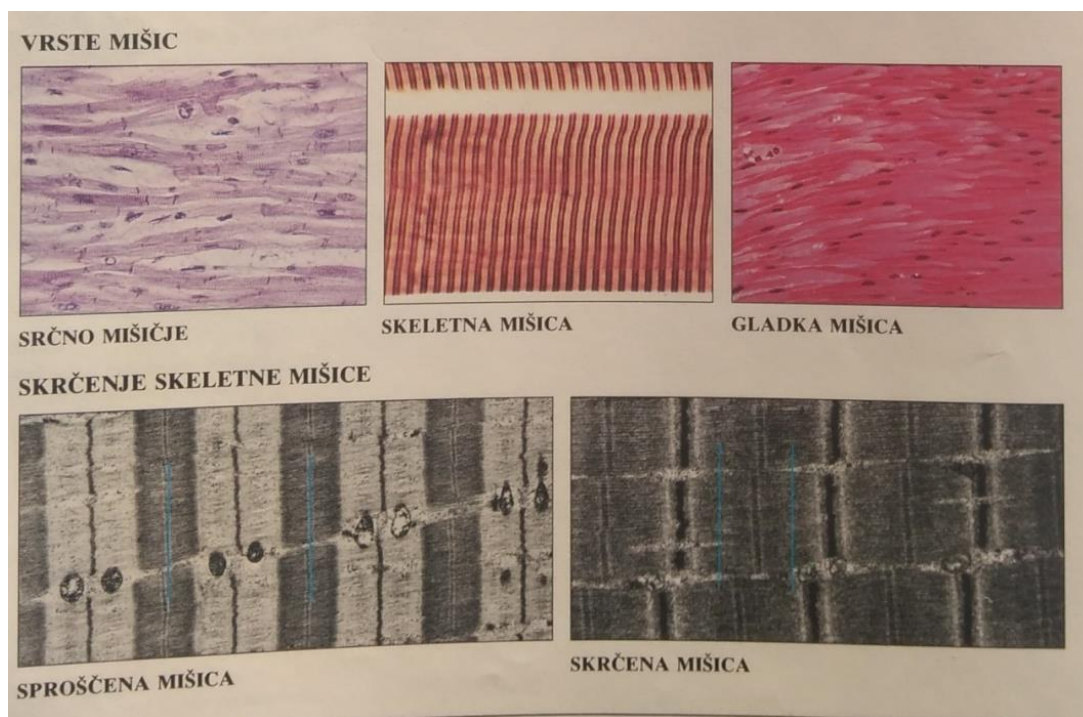
Organi predstavljajo naslednjo stopnjo v organizaciji telesa. Posamezni organi, ki imajo isto ali podobno funkcijo, so združeni v funkcijski sistem. Kostno-mišični sistem imenujemo funkcionalni gibalni aparat, pri čem so kosti pasiven gibalni sistem, mišice pa aktiven gibalni

sistem. Skladno delovanje mišičnega sistema je odvisno od sodelovanja z drugimi sistemi (živčnim, srčno žilnim in dihalnim sistemom).

### 3.4 Mišični sistem

Mišica je zgrajena iz mišičnih vlaken in poznamo naslednje skupine mišic:

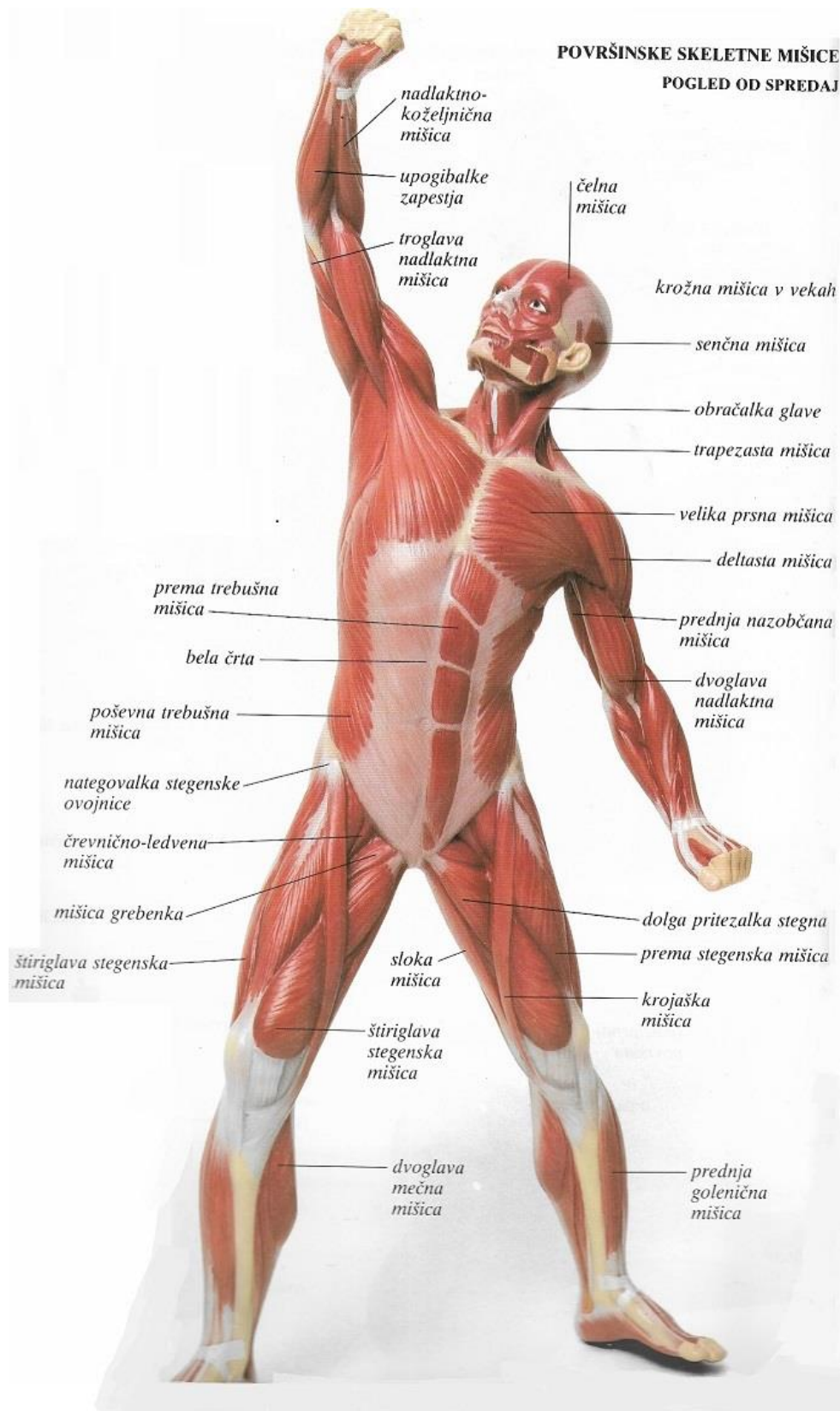
1. Prečno progaste mišice, ki so na trupu in okončinah in so pod vplivom naše volje.
2. Gladke mišice, ki se nahajajo v notranjih organih in niso pod vplivom naše volje.
3. Srčna mišica, ki je podobna skeletnim mišicam, vendar ne deluje pod vplivom naše volje.



**Slika 2: Vrste mišic**

(Vir: Slikovni slovar človeškega telesa, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 1993, str. 24)

V našem telesu je približno 400 skeletnih mišic in skupno tehtajo 40% telesne teže.

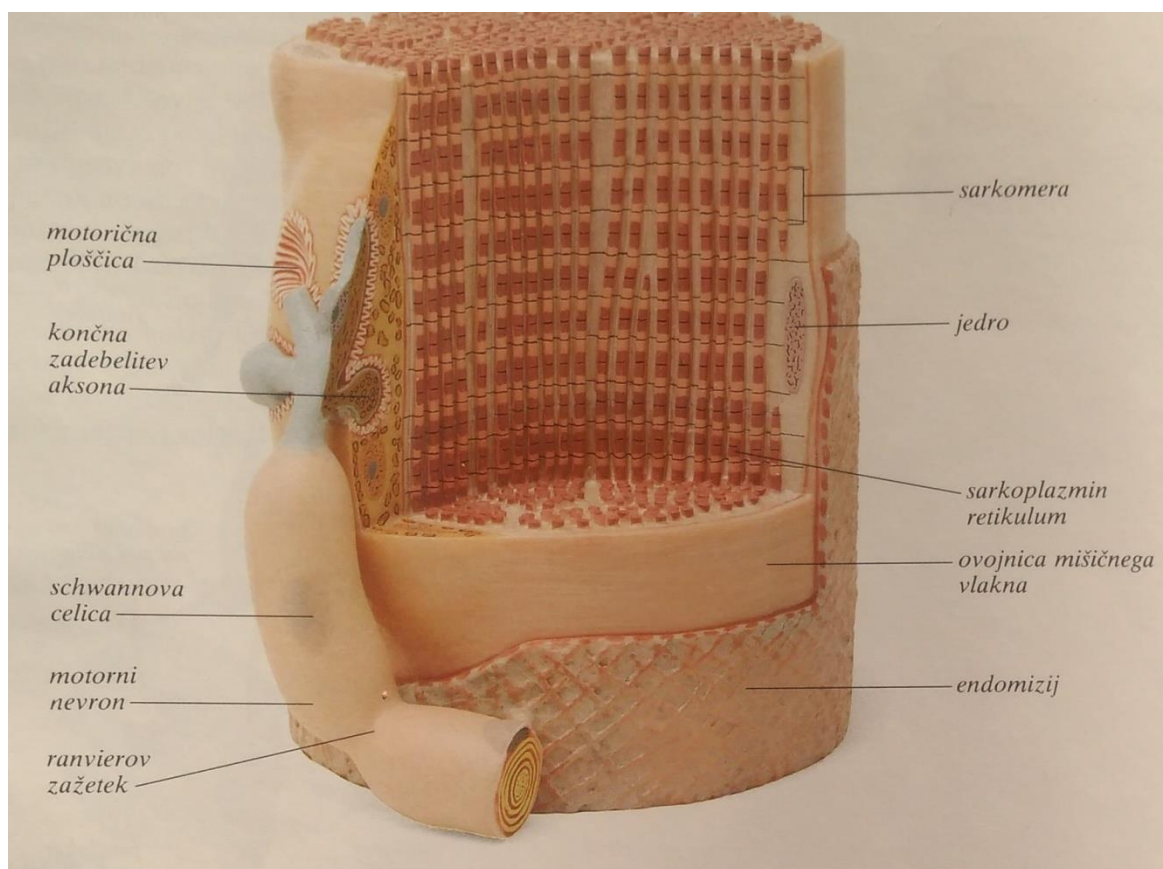


**Slika 3: Mišični sistem**

(Vir: Slikovni slovar človeškega telesa, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 1993, str. 22)

### 3.5 Sestava mišice

Na vsaki mišici razlikujemo širši predel, ki ga imenujemo trebuh mišice (ta se pri krčenju skrajša in odebeli) in kitni del, s katerim se mišica pripenja na kost. Kite na kostnih mišicah predstavljajo pasivni del mišice, ki prenašajo moč krčenja na kost. Običajna oblika mišice je vretenasta, vendar poznamo tudi ploščate, krožne in druge oblike mišic. Vsaka mišica je ovita z ovojnico (fascijo). Mišice se krčijo na pobudo živčevja, ki skrbi za njihovo skladno in smotrno delovanje. Kontrakcijo (krčenje) sprožijo živčni, pa tudi drugi dražljaji (mehanski, toplotni ...).

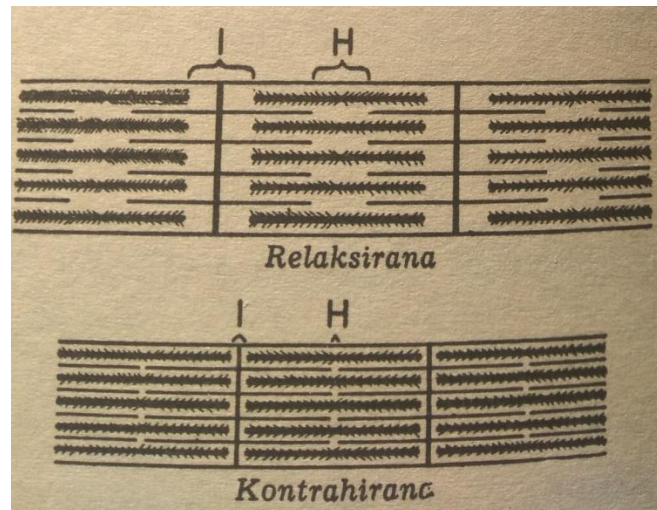


**Slika 4: Sestava mišice**

(Vir: Slikovni slovar človeškega telesa, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 1993, str. 24)

Odziv mišice, ne glede na vrsto dražljaja, je vedno isti. Ta dražljaj mora biti dovolj močan, da mišica odreagira. Vsaka mišica ima določeno moč in jakost krčenja, ki je odvisna od dolžine mišice in števila vzbujenih mišičnih vlaken. Mišica se pri krčenju skrajša za  $\frac{1}{3}$  svoje dolžine, pri maksimalnem krčenju pa  $\frac{1}{2}$  svoje dolžine. Ta prožnost preprečuje poškodbe pri prehitrih in

prenaglih gibih. Mišice niso nikoli ohlapne, saj vsebujejo lastno napetost (mišični tonus). Mišični tonus najbolj popusti v globokem spanju ali komi.

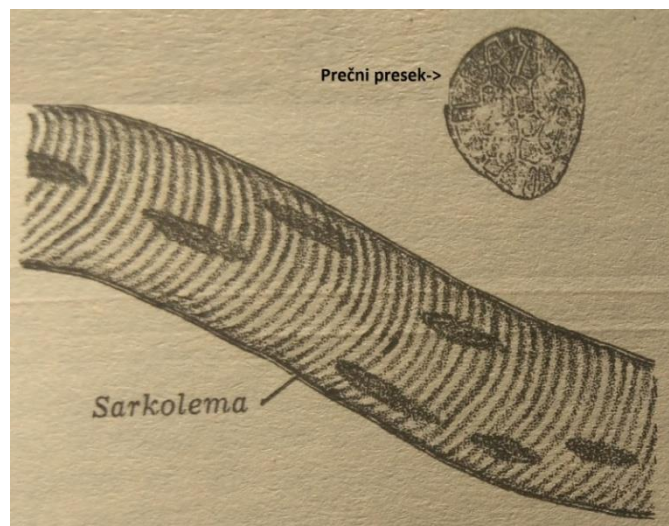


**Slika 5: Odziv mišice (sproščena in skrčena)**

(Vir: Medicinska fiziologija, Založba Medicinska Knjiga Beograd-Zagreb, 1965, str. 229)

Mišice opravljajo mehansko delo in zato potrebujejo energijo. Energija prihaja po krvi s hrano predvsem v obliki ogljikovih hidratov (sladkor). Drugi ogljikovi hidrati (škrob), pa tudi beljakovine se skladiščijo v jetrih, srcu in drugih mišicah (glikogen). Mišice opravljajo svojo mehansko delo s pretvorbo energije, ki je rezultat kemičnih procesov, pri čem se sprosti toplota. Mišice maksimalno izkoristijo 30% kemične energije, preostalo pa se izgubi v obliki toplote.

Glavno energijo mišicam daje proces oksidacije (spojitev z kisikom). Kisik dobivajo pljuča iz zraka z dihanjem, prenaša pa ga kri. V času aktivnosti potrebujejo mišice 20-krat večjo količino kisika kot v mirovanju. Med številnimi kemičnimi procesi, ki potekajo v mišicah, je pomemben razkroj glikogena do mlečne kisline in njenih končnih produktov (vode in ogljikovega dioksida). Če je količina kisika v mišicah nezadostna, se v mišicah kopiči mlečna kislina.



**Slika 6: Mišično vlakno**

(Vir: Medicinska fiziologija, Založba Medicinska Knjiga Beograd-Zagreb, 1965, str. 229)

Mišice so sestavljene iz mišičnih vlaken, ki v svoji strukturi vsebujejo nekaj tisoč miofibril. Vsak miofibril ima 2500 miozinskih in atrintopozinskih niti, ki ležijo ena zraven druge. To so velike polimerizirane molekule proteina, ki so odgovorne za mišično kontrakcijo. Če te niti opazujemo pod mikroskopom, vidimo prečnoprogavost. Zaradi tega te mišice imenujemo prečno progaste mišice.

Prisotnost mlečne kisline v telesu in prisotnost bolečin, omejuje učinkovitost gibalnega sistema. V predstavljeni raziskovalni nalogi iščem način pospešitve metabolnih procesov, ki prispevajo k hitrejši regeneraciji obremenjenih mišic. Eden od teh načinov je dodajanje E-vitamina, ki ohranja kreatinsko povezavo v mišicah, kakor tudi druge encimske oksido-redukcijske procese.

## 4 EKSPERIMENTALNI DEL

Fizično aktivnost oz. poskus obremenitev mišic smo izvajali na sobnem kolesu. V testu so sodelovali zdravi testiranci enake starosti (sošolci in sosošolci 8. razreda OŠ v Mariboru). Vsak testiranec je vozil kolo 15 min oz. dokler ni prišel do anaerobne faze, dosežene pri srčni frekvenci nad 135 utripov/min. Ko so testiranci prenehali s fizično aktivnostjo, so utrujenost ovrednotili z numeričnimi vrednostmi, prikazanimi na VAS skali.



**Slika 7: VAS skala**

(Vir: Lastni arhiv)

V prvem testu sta obe skupini izvajali poskus brez dodatkov. V drugem testu, ki je potekal po eno tedenskem mirovanju, je dan prej vsak testiranec iz skupine 1, zaradi hitrejše pretvorbe mlečne kisline v najbolj eksponiranih mišicah spodnjih ekstremitet, dobil 200 I.E. (internacionalne enote) E-vitamina, vsak testiranec iz skupine 2 pa placebo. Placebo sem pripravil tako, da sem izpraznil kapsule z E-vitaminom s sterilno brizgalko in vsebino nadomestil z vodo.

Tako smo dosegli primerjavo rezultatov pri vsakem posamezniku in skupini kot celoti.

## 5 REZULTATI

Rezultati testa so bili evidentirani kot vrednost bolečine na VAS skali in so prikazani z naslednjo tabelo:

**Tabela 1: Rezultati testa kot vrednost bolečine na VAS skali**

Skupina 1 (E-vitamin):

Oseba	Spol	1. test	2. test
LM	M	8	2
JV	M	6	
VK	M	5	2
PČ	Ž	7	4
ZS	Ž	8	4
KK	Ž	5	
TK	Ž	9	3
GZ	Ž	5	1
ZC	Ž	1	3

Skupina 2 (placebo):

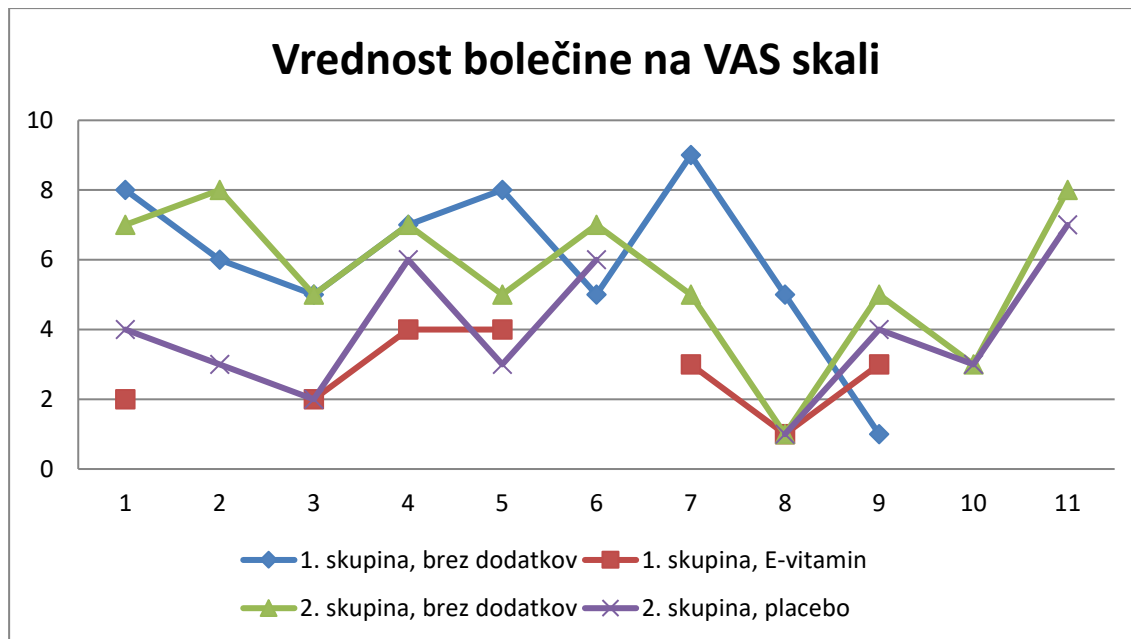
Oseba	Spol	1. test	2. test
TC	Ž	7	4
AA	M	8	3
JJ	M	5	2
JP	Ž	7	6
MČ	Ž	5	3
NMP	Ž	7	6
AS	Ž	5	
AM	Ž	1	1
MM	Ž	5	4
AV	Ž	3	3
TS	Ž	8	7

Učenci JV, KK, AS se drugega testa niso udeležili, zato je polje z rezultatom prazno.



Evidentirane podatke lahko prikažem tudi v obliki grafa:

**Graf 1: Rezultati testa kot vrednost bolečine na VAS skali**



## 5.1 Rezultati skupin

Iz dobljenih meritev lahko izračunam različne povprečne vrednosti evidentirane vrednosti bolečine, kjer povprečno vrednost računam po enačbi, ki jo v statistiki imenujemo tudi **aritmetična sredina**:

$$M = \frac{1}{N} \cdot (x_1 + x_2 + \dots + x_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Povprečne vrednosti prikazane s tabelama:

**Tabela 2: Povprečne vrednosti bolečine z VAS skale**

Skupina 1	Spol	1. test	2. test	Skupina 2	Spol	1. test	2. test
	M	6,33	2,00		M	6,50	2,50
	Ž	5,00	3,00		Ž	5,33	4,25
	vsi	6,00	2,71		vsi	5,55	3,90

Iz dobljenih rezultatov lahko izračunam odvisnost izmerjene bolečine drugega tedna v primerjavi s prvim tednom. To izračunam tako, da povprečje izmerjene bolečine v 2. testu delim s povprečjem izmerjene bolečine iz 1. testa. Pri tem si pomagam z matematično definicijo, da velikostni odnos med dvema količinama lahko predstavim z njunim razmerjem oziroma z ustreznim ulomkom. Kadar ulomek razširim na imenovalec 100, lahko odnos med količinama predstavim kot procent ene količine v odvisnosti od druge:

$$K = \frac{2.test}{1.test}, \quad k\% = \frac{k}{100}$$

Razmišljam lahko tudi drugače. Zmanjšana bolečina je del polne bolečine, od katere sem odštel koeficient odvisnosti izmerjene bolečine drugega tedna v primerjavi s prvim tednom:

$$Z = 1 - K, \quad z\% = 100 - k\%$$

Rezultati koeficienta odvisnosti izmerjene bolečine in zmanjšanja bolečine v tabelarni obliki:

**Tabela 3: Koeficienta odvisnosti izmerjene bolečine in zmanjšanja bolečine**

	Spol	K	k%	Z	z%
Skupina 1	M	0,32	31,58	0,68	68,42
	Ž	0,60	60,00	0,40	40,00
	vsi	0,45	45,24	0,55	54,76
Skupina 2	M	0,38	38,46	0,62	61,54
	Ž	0,80	79,69	0,20	20,31
	vsi	0,70	70,33	0,30	29,67

S pomočjo izračunanih vrednosti ugotovim, da **sta obe skupini v ponovnem merjenju, dosegli izboljšanje**, t.j. zmanjšanje evidentirane vrednosti bolečine izmerjene s pomočjo VAS skale. **Skupina, ki je prejela E-vitamin, je dosegla boljše rezultate od skupine, ki je prejela placebo**, kar prikazujeta stolpca Z in z%.

#### Sklepi:

- E-vitamin vpliva na zmanjšanje evidentirane vrednosti izmerjene bolečine.
- Placebo vpliva na zmanjšanje evidentirane vrednosti izmerjene bolečine.
- Vpliv E-vitamina je večji kot vpliv placeba.

## 5.2 Rezultati posameznikov

Prav tako me je zanimal tudi rezultat posameznikov. Tega si s pomočjo enačb za koeficient odvisnosti izmerjene bolečine in zmanjšane bolečine ter podatkov rezultatov testa prikažem v novi tabeli:

**Tabela 4: Koeficient odvisnosti izmerjene bolečine in zmanjšanja bolečine posameznikov**

	Oseba	Spol	1. test	2. test	K	k%	Z	z%
Skupina 1	LM	M	8	2	0,25	25,00	0,75	75,00
	JV	M	6					
	VK	M	5	2	0,40	40,00	0,60	60,00
	PČ	Ž	7	4	0,57	57,14	0,43	42,86
	ZS	Ž	8	4	0,50	50,00	0,50	50,00
	KK	Ž	5					
	TK	Ž	9	3	0,33	33,33	0,67	66,67
	GZ	Ž	5	1	0,20	20,00	0,80	80,00
	ZC	Ž	1	3	3,00	300,00	-2,00	-200,00
Skupina 2	TC	Ž	7	4	0,57	57,14	0,43	42,86
	AA	M	8	3	0,38	37,50	0,63	62,50
	JJ	M	5	2	0,40	40,00	0,60	60,00
	JP	Ž	7	6	0,86	85,71	0,14	14,29
	MČ	Ž	5	3	0,60	60,00	0,40	40,00
	NMP	Ž	7	6	0,86	85,71	0,14	14,29
	AS	Ž	5					
	AM	Ž	1	1	1,00	100,00	0,00	0,00
	MM	Ž	5	4	0,80	80,00	0,20	20,00
	AV	Ž	3	3	1,00	100,00	0,00	0,00
	TS	Ž	8	7	0,88	87,50	0,13	12,50

Vrednosti stolpca z% lahko predstavim kot osebke proučevane populacije. To populacijo predstavim v **ranžirni vrsti**, oz. kot vrsto po velikosti (od najmanjšega do največjega) urejenih podatkov:

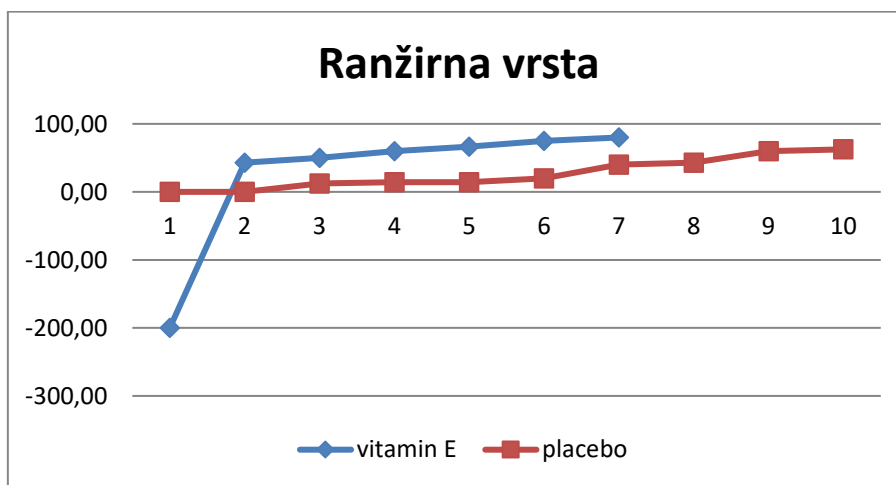
**Tabela 5: Ranžirna vrsta evidentiranega zmanjšanja bolečine posameznikov**

y <sub>1</sub>	200,00	42,86	50,00	60,00	66,67	75,00	80,00
R <sub>1</sub>	1	2	3	4	5	6	7

y <sub>2</sub>	0,00	0,00	12,5	14,29	14,29	20,00	40,00	42,86	60,00	62,50
R <sub>2</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Evidentirane podatke lahko prikažem tudi v obliki grafa:

**Graf 2: Ranžirna vrsta evidentiranega zmanjšanja bolečine posameznikov**



**Sklep:**

- Grafični prikaz ranžirne vrste prikazuje nepričakovano odstopanje enega od evidentiranih podatkov. Take vrste odstopanje nakazuje na morebitni vpliv trenutnega počutja na vrednost bolečine pri izvajanju fizične aktivnosti.

S pomočjo tako pripravljenih podatkov se lahko lotim določenih splošnih statističnih izračunov.

### 5.3 Mediana, rang, varianca, standardni odklon

Vsaki enoti je prirejen **rang**, ki pove, na katerem mestu ranžirne vrste se nahaja vrednost, pri tem pa populacija šteje  $N$  enot ( $N_1 = 7, N_2 = 10$ ). **Mediana** (središčna vrednost) je tista vrednost, ki razpolovi populacijo, vsaki mediani pa pripada rang:  $R = \frac{N+1}{2}$

Za mediano  $Me$  lahko zapišem:

če je  $N$  liho število, je  $Me = y_R$ ,

če je  $N$  sodo število, je  $Me = \frac{y_{R-0,5} + y_{R+0,5}}{2}$ .

in dobim  $Me_1 = 60,00$  ter  $Me_2 = \frac{20,00 + 14,29}{2} = 17,15$ .

**Varianca** je povprečje kvadratov odklonov od aritmetične sredine:  $\delta^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - M)^2$ , kjer sta aritmetični sredini  $M_1 = z\%\_skupina\ 1\_vsi = 54,76$  in  $M_2 = z\%\_skupina\ 2\_vsi = 29,67$ :

$$\begin{aligned}\delta_1^2 &= \frac{1}{7} ((-200 - 54,76)^2 + (42,86 - 54,76)^2 + (50,00 - 54,76)^2 + (60,00 - 54,76)^2 \\ &\quad + (66,67 - 54,76)^2 + (75 - 54,76)^2 + (80 - 54,76)^2) \\ &= \frac{1}{7} (64902,66 + 141,61 + 22,66 + 27,46 + 141,85 + 409,66 + 637,06) \\ &= \frac{66282,96}{7} = 9468,99\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_2^2 &= \frac{1}{10} ((0 - 29,67)^2 + (0 - 29,67)^2 + (12,50 - 29,67)^2 + (14,29 - 29,67)^2 \\ &\quad + (14,29 - 29,67)^2 + (20 - 29,67)^2 + (40 - 29,67)^2 + (42,86 - 29,67)^2 \\ &\quad + (60 - 29,67)^2 + (62,5 - 29,67)^2) \\ &= \frac{1}{10} (880,31 + 880,31 + 294,81 + 236,54 + 236,54 + 93,51 + 106,71 \\ &\quad + 173,98 + 919,91 + 1077,81) = \frac{4900,43}{10} = 490,04\end{aligned}$$

S pomočjo variance lahko izračunam **standardni odklon**, ki je pri statističnih analizah najpomembnejša mera variabilnosti:  $\delta = \sqrt{\delta^2}$ ,  $\delta_1 = 97,31$ ,  $\delta_2 = 22,14$

### Sklepi:

- Središčna vrednost skupine, ki je prejela E-vitamin je večja od središčne vrednosti skupine, ki je prejela placebo.
- Standardni odklon skupine, ki je prejela E-vitamin, je večji od skupine, ki je prejela placebo.
- Na vrednost standardnega odklona skupine, ki je prejela E-vitamin, najbolj vpliva rezultat testiranja ZC.

### 5.4 Sklepanje na podlagi malih vzorcev

Večino do sedaj opravljenih izračunov in spoznanj, ki sem jih pridobil s pomočjo spletnega vira [3]: "dr. Nino Rode: Mere srednje vrednosti", bom nadgradili z rešitvami specifičnega problema s pomočjo sklepanja na podlagi malih vzorcev, katerega znanje sem pridobil s pomočjo spletnega vira [2]: "dr. Nino Rode, dr. Blaž Mesec: Mali vzorci". Zapišem naslednjo trditev: "med zmanjšanjem bolečine so razlike ob uživanju vitamina E in ob uživanju placeba", kot ničelno hipotezo oz.  $H_0$ . Alternativna hipoteza le tej se glasi: "med zmanjšanjem bolečine ni razlik ob uživanju vitamina E in ob uživanju placeba", kar označim s  $H_a$ . Da lahko hipotezo sprejemem ali ovržem moram najprej narediti izračun **razlike med odstotkom izboljšanja**, med skupino, ki je prejela vitamin E in skupino, ki je prejela placebo:

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = M_1 - M_2 = 54,76 - 29,67 = 25,09$$

Ker se odstotki v vzorcih ne porazdeljujejo po normalni porazdelitvi, ne morem uporabiti formule za izračun standardne napake za razliko med aritmetičnima sredinama:

$$S_{x_1-x_2} = \sqrt{\frac{(N_1 + N_2) \cdot ((N_1 - 1) \cdot s_1^2 + (N_2 - 1) \cdot s_2^2)}{N_1 \cdot N_2 \cdot (N_1 + N_2 - 2)}}$$

lahko pa uporabim **metodo skupnega odstotka**:

$$P_S = \frac{P_1 \cdot n_1 + P_2 \cdot n_2}{n_1 + n_2} = \frac{54,76 \cdot 7 + 29,67 \cdot 10}{7 + 10} = \frac{680,02}{17} = 40,00$$

in **standardno napako** za razliko med vzorčnima ocenama **na podlagi skupnega odstotka**:

$$S_{P_1-P_2} = \sqrt{P_S \cdot (100 - P_S) \cdot \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)} = \sqrt{40 \cdot (100 - 40) \cdot \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{10}\right)} = \sqrt{2400 \cdot 0,24} \\ = 24,14$$

Pri tem je izračun t-vrednosti za razliko (Studentov test):

$$t = \frac{P_1 - P_2}{S_{P_1-P_2}} = \frac{54,76 - 29,67}{24,14} = \frac{25,09}{24,14} = 1,04$$

S pomočjo izračunane t vrednosti in tabelirane vrednosti  $t_{17;0.05} = 2,11$  ter njune primerjave  $t < t_{17;0.05}$  pridem do zaključka, da z manj kot 5% (tudi manj kot 1%) tveganjem ne morem zavrniti ničelne hipoteze, da med zmanjšanjem bolečine so razlike ob uživanju vitamina E in ob uživanju placeba.

### Sklep:

- S pomočjo dokazovanja ničelne hipoteze sem statistično podprl sklep pod točko 5.1: "Vpliv vitamina E je večji kot vpliv placeba.", kakor tudi da obstajajo razlike ob uživanju vitamina E in ob uživanju placeba.

## 5.5 Preizkus, ostale hipoteze in izračuni

Ker je kljub poenostavljenim enačbam, ki smo jih do sedaj srečali, računanje aritmetične sredine, standardnega odklona, t-vrednosti, t-testa ter sprejemanje ali zavračanje hipotez, zamudno delo, si lahko pomagamo z za to prirejenimi orodji, o katerih znanje sem pridobil s pomočjo vira [4]: "Student's t-test". V programu MS Excel imam na voljo množico funkcij kot so: AVG, STDEV, TTEST...

### Preizkus, oz. vrednosti dobljene z uporabo programa MS Excel

Aritmetična sredina oz. AVG():

$$AVG_1(-200,00 \quad 42,86 \quad 50,00 \quad 60,00 \quad 66,67 \quad 75,00 \quad 80,00) = 24,93$$

$$AVG_2(0,00 \quad 0,00 \quad 12,5 \quad 14,29 \quad 14,29 \quad 20,00 \quad 40,00 \quad 42,86 \quad 60,00 \quad 62,50) = 29,68$$

Standardni odklon oz. STDEV():

$$STDEV_1(-200,00 \quad 42,86 \quad 50,00 \quad 60,00 \quad 66,67 \quad 75,00 \quad 80,00) = 100,05$$

$$STDEV_2(0,00 \quad 0,00 \quad 12,5 \quad 14,29 \quad 14,29 \quad 20,00 \quad 40,00 \quad 42,86 \quad 60,00 \quad 62,50) = 23,12$$

$$\text{Studentov test oz. TTEST}((-200,00 \quad 42,86 \quad 50,00 \quad 60,00 \quad 66,67 \quad 75,00 \quad 80,00); (0,00 \quad 0,00 \\ 12,5 \quad 14,29 \quad 14,29 \quad 20,00 \quad 40,00 \quad 42,86 \quad 60,00 \quad 62,50); 1; 3) = 0,48$$

### **Komentar dobljenih rezultatov izračunov**

Aritmetično sredino sem računal na neobdelanih podatkih ločeno za prvi in drugi test ter prvo in drugo skupino. Te podatke ne morem primerjati z vrednostmi  $AVG_1$  in  $AVG_2$ , saj sem v preizkusu računal aritmetično sredino drugih, z izračunom neprimerljivih podatkov.

Standardni odklon s pomočjo izračunov  $\delta_1 = 97,31$ ,  $\delta_2 = 22,14$  in preizkusa  $STDEV_1 = 100,05$ ,  $STDEV_2 = 23,12$  ne kaže bistvene razlike.

Studentov test oz. TTEST:  $0,48 < t_{17;0,05}$  kljub drugi metodologiji potrjuje z računi potrjeno ničelno hipotezo  $H_0$ . Pri samem izračunu testa je zelo pomembna nastavitve tretjega in četrtega parametra. V mojem primeru, kjer imam tretji parameter nastavljen na 1, preiskujem prostor le v eno smer. S pomočjo četrtega parametra nastavljam ali so podatki med seboj povezani in v mojem primeru gre za med seboj neodvisne podatke različnih osebkov.

### **Ostale hipoteze in izračuni**

S pomočjo pridobljenih podatkov lahko poskušam dokazati še to, ali obstajajo bistvene razlike med pridobljenimi podatki posameznih testov.

Problem definiram z ničelno hipotezo  $H_0$  - podatki skupine in podatki testov se ne razlikujejo ter z alternativno hipotezo  $H_a$  - podatki skupine in podatki testov se razlikujejo.



Če se vrnem na osnovno tabelo z meritvami, lahko za vsako skupino in test izračunam povprečno vrednost in standardni odklon:

$$AVG_{SK1TEST1}(8\ 6\ 5\ 7\ 8\ 5\ 9\ 5\ 1) = 6,00 \quad STDEV_{SK1TEST1}(8\ 6\ 5\ 7\ 8\ 5\ 9\ 5\ 1) = 2,40$$

$$AVG_{SK1TEST2}(2\ 2\ 4\ 4\ 3\ 1\ 3) = 2,71 \quad STDEV_{SK1TEST2}(2\ 2\ 4\ 4\ 3\ 1\ 3) = 1,11$$

$$AVG_{SK2TEST1}(7\ 8\ 5\ 7\ 5\ 7\ 5\ 1\ 5\ 3\ 8) = 5,55 \quad STDEV_{SK2TEST1}(7\ 8\ 5\ 7\ 5\ 7\ 5\ 1\ 5\ 3\ 8) = 2,16$$

$$AVG_{SK2TEST2}(4\ 3\ 2\ 6\ 3\ 6\ 1\ 4\ 3\ 7) = 3,90 \quad STDEV_{SK2TEST2}(4\ 3\ 2\ 6\ 3\ 6\ 1\ 4\ 3\ 7) = 1,91$$

Za vsako od hipotez izračunam Studentov test:

$$p_{SK1} = TTEST((8\ 6\ 5\ 7\ 8\ 5\ 9\ 5\ 1), (2\ 2\ 4\ 4\ 3\ 1\ 3), 2, 1) = 0,015$$

$$p_{SK2} = TTEST((7\ 8\ 5\ 7\ 5\ 7\ 5\ 1\ 5\ 3\ 8), (4\ 3\ 2\ 6\ 3\ 6\ 1\ 4\ 3\ 7), 2, 1) = 0,0075$$

Tokrat imam tretji parameter nastavljen na 2 in preiskujem prostor v obe smeri, četrti parameter pa na 1, kar nakazuje da so podatki med seboj povezani, saj gre za meritve pri istih testirancih. Hipotezi ovržem in obvelja  $H_a$  - podatki prve skupine se med testoma razlikujejo ter  $H_a$  - podatki druge skupine se med testoma razlikujejo.

### Sklep:

- S pomočjo izračuna, da se podatki prve in druge skupine med testoma razlikujejo, ne pridem do novih spoznanj o vplivu vitamina E ali o vplivu placeba. Je le spoznanje, kar je še mogoče dokazati s dobljenimi podatki in s pomočjo Studentovega testa.

## **6 POTRDITEV ALI ZAVRNITEV HIPOTEZ**

Na podlagi dobljenih rezultatov sem zavrnil ali potrdil hipoteze, ki sem jih zastavil na začetku raziskovalne naloge.

**Hipoteza 1: Pričakujem bistveno zmanjšanje telesnih bolečin, ki spremljajo telesno obremenitev v anaerobni fazi, ob uporabi E-vitamina.**

Prvo hipotezo sem potrdil, saj sem z izračuni iz podatkov poskusa dokazal, da se ob uporabi vitamina E bistveno zmanjša telesna bolečina pri obremenitvah (rezultati tabele 3).

**Hipoteza 2: Pričakujem zmanjšanje telesnih bolečin, ki spremljajo telesno obremenitev v anaerobni fazi, ob zaužitju placeba.**

Drugo hipotezo sem potrdil, saj sem z izračuni dokazal, da se ob uporabi placeba bistveno zmanjša telesna bolečina pri obremenitvah (rezultati tabele 3).

**Hipoteza 3: Pričakujem večje zmanjšanje telesnih bolečin ob uporabi E-vitamina, kakor ob zaužitju placeba.**

Tretjo hipotezo sem potrdil, saj sem s pomočjo dokazovanja ničelne hipoteze oz.  $H_0$  statistično podprl sklep pod točko 5.1 in z izračuni iz podatkov poskusa (rezultati tabele 3) dokazal, da se ob uporabi vitamina E bolj zmanjša telesna bolečina, kakor ob uporabi placeba.

**Hipoteza 4: Dopuščam možnost poslabšanja rezultatov pri posameznikih, ob uporabi vitamina E ali placeba, kot posledico trenutnega počutja.**

Četrto hipotezo sem potrdil s pomočjo rezultatov ranžirne vrste (rezultati grafa 2).

## 7 ZAKLJUČEK

Z raziskovalno nalogo sem nakazal možnost izboljšanja oziroma zmanjšanja mlečne kisline (laktatov) v krvnem obtoku, ki so rezultat fizične obremenitve v anaerobni fazi. V nalogi sem obravnaval testirance, ki so rekreativni športniki (šolarji), pri katerih je bolečinski prag ob prisotnosti laktatov bistveno nižji, kot pri treniranih športnikih.

Meritve opravljene z uporabo VAS skale sodijo v neagresivne metode, ki zaradi svoje neselektivnosti nakazujejo možnosti uporabe visokih doz vitamina E pri spreminjanju mlečne kisline v CO<sub>2</sub> in H<sub>2</sub>O kot končnega metabolita mišičnega dela.

Preiskave opravljene na majhnem vzorcu testirancev potrjujejo ugodno delovanje E-vitamina. Zmanjšanje bolečine pri obremenitvi je večje v primerjavi s skupino, ki je zaužila placebo ter s skupino, kjer testiranci niso zaužili dodatkov.

Za splošno potrditev hipoteze o uporabnosti E-vitamina pri zmanjševanju laktatov v krvnem obtoku potrebujemo precej večje število testirancev in agresivnejše metode, ki se nanašajo na analizo vzorcev periferne krvi.

S testom in z obdelavo podatkov sem prišel do naslednjih ugotovitev:

- E-vitamin vpliva na zmanjšanje evidentirane vrednosti izmerjene bolečine.
- Placebo vpliva na zmanjšanje evidentirane vrednosti izmerjene bolečine.
- Vpliv vitamina E je večji kot vpliv placeba.
- Grafični prikaz ranžirne vrste prikazuje nepričakovano odstopanje enega od evidentiranih podatkov. Take vrste odstopanje nakazuje na morebitni vpliv trenutnega počutja na vrednost bolečine pri izvajanju fizične aktivnosti.
- Središčna vrednost skupine, ki je prejela E-vitamin, je večja od središčne vrednosti skupine, ki je prejela placebo.
- Standardni odklon skupine, ki je prejela E-vitamin, je večji od skupine, ki je prejela placebo.
- S pomočjo dokazovanja ničelne hipoteze sem statistično podprli sklep: Vpliv vitamina E je večji kot vpliv placeba, kakor tudi da obstajajo razlike ob uživanju vitamina E in ob uživanju placeba.
- S pomočjo dokaza, da se podatki prve in druge skupine med testoma razlikujejo, ne pridem do novih spoznanj o vplivu vitamina E ali o vplivu placeba. Je le spoznanje, kar je še mogoče dokazati s dobljenimi podatki in s pomočjo Studentovega testa.

## 8 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Človeški organizem je zapleten sistem in mišični sistem, kot del le tega, uravnava veliko parametrov. Ti so:

- volja (ene mišice delujejo kot želimo, srce pa npr. mimo naše volje),
- hranilne snovi (ogljikovi hidrati - sladkor/škrob, beljakovine - glikogen),
- proces oksidacije (spojitev z kisikom)...

Cilj naloge je bil odkriti pomembnost razkroja glikogena do mlečne kisline in njenih končnih produktov (vode in ogljikovega dioksida) ob prisotnosti vitamina E, s pomočjo majhnega števila testirancev in neagresivnih metod ter s tem seznaniti sodelujoče testirance.

Menim, da sem dokazal, da je vitamin E koristen tudi na tem področju. Tako sem dodal še eno dejstvo k spodbuditi mladih h gibanju, prav tako pa sem že s samim eksperimentom dosegel, da so se moji vrstniki razgibali. Nekateri bodo s tem še nadaljevali, kar je zelo dobro in pozitivno, saj učenci vse preveč časa preživimo za zasloni, takšnimi ali drugačnimi.

V okviru raziskovalne naloge sem prišel do veliko novih spoznanj, predvsem na področju biologije, matematike in športa, ki jih želim deliti s svojimi sošolci. Le-te želim ponesti tudi širše, zato bom nalogo in s tem uspešnost svojega preizkusa predstavil čim več mladim.

## 9 VIRI

### 9.1 Knjižni viri

1. C. Guyton, A., *Medicinska fiziologija*, 2. izd. Beograd: Medicinska knjiga Beograd-Zagreb, 1965.
2. *Velika ilustrirana enciklopedija - ČLOVEK*. Ljubljana: Mladinska knjiga, 1983. ISBN 9788611178714
3. Peček, A. in Plešej J. *Slikovni slovar človeškega telesa*. Ljubljana: Založba Mladinska knjiga, 1993. ISBN 861110918X 9788611109183

### 9.2 Spletni viri

1. Andersen, P. *Student's t-test*. Video posnetek (online), (Citirano 2.1.2019). Dostopno na internetu na naslovu: <https://www.youtube.com/watch?v=pTmLQvMM-1M>
2. As. dr. RODE, N., prof. dr. MESEC, B. *Mali vzorci, problem ocen iz malih vzorcev*. Znanstveni članek (online), (Citirano 2.1.2019). Dostopno na internetu na naslovu: <https://www.fsd.uni-lj.si/mma/10-Mali-vzorci/2010041914004498/>
3. As. dr. Rode, N. *Mere srednje vrednosti in mere razpršenosti*. Znanstveni članek (online), 2.1.2019. (Citirano 2.1.2019). Dostopno na internetu na naslovu: <https://www.fsd.uni-lj.si/mma/2-Mere-srvred-in-razpr/2010041913485892/>