

Mladi za napredek Maribora 2014
31. srečanje

PRESNAVLJAM, PRESNAVLJAŠ: METABOLIZEM MLADIH

ZDRAVSTVO IN VETERINA
Raziskovalna naloga

ČEŠKI KROJČARSKI URAD

TISKARSKA KROJČARSKA UČENO

ŠIFRA ZA OČITANJE ZDRAVSTVENIH URADNIH PODOB

Maribor, februar 2014

Mladi za napredek Maribora 2014
31. srečanje

**PRESNAVLJAM, PRESNAVLJAŠ: METABOLIZEM
MLADIH**

ZDRAVSTVO IN VETERINA
Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2014

Kazalo vsebine

ZAHVALA	5
POVZETEK	6
1. UVOD	7
1.1 Namen raziskovalne naloge.....	7
1.2 Hipoteze.....	7
2. METODOLOGIJA DELA	8
3. TEORETIČNI DEL	9
3.1 Zgradba celice in celični organeli.....	9
3.2 Metabolizem.....	10
3.3 Dihanje	11
3.3.1 Celično dihanje.....	11
3.3.2 Kisik in energija	13
3.3.3 Poraba kisika	13
3.4 Telesna temperatura	13
4. EMPIRIČNI DEL	13
4.1 Skupinski voden intervju.....	14
4.2 Eksperimentalno delo.....	14
4.2.1 Izbrani pogoji meritev	15
4.2.2 Izračuni.....	15
5. REZULTATI	16
5.1 Dihanje	16
5.2 Telesna temperatura	17
5.3 Metabolizem.....	19
5.4 Obolevnost.....	21
5.5 Subjektivni občutek mraza	25
6. DRUŽBENA ODGOVORNOST	29
7. RAZPRAVA	29
8. ZAKLJUČEK	31
9. PRILOGE	32
10. VIRI IN LITERATURA	42
10.1 Literatura	42
10.2 Elektronski viri.....	42
10.3 Viri slik.....	42

Kazalo slik

Slika 1: Skica zgradbe živalske celice.....	9
Slika 2: Mitohondrij	12
Slika 3: Skica zgradbe molekule ATP.....	12

Kazalo grafikonov

Stolpčni grafikon 1: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja pred in po aerobni vaji	16
Stolpčni grafikon 2: Povprečni porabljen volumen kisika v mirovanju.....	17
Stolpčni grafikon 3: Povprečna temperatura pred in po naporu.....	17
Stolpčni grafikon 4: Povprečna telesna temperatura v različnih okoliščinah.....	18
Stolpčni grafikon 5: Povprečna bazalna temperatura	19
Stolpčni grafikon 6: Povprečna telesna površina	19
Stolpčni grafikon 7: Povprečni metabolizem	20
Stolpčni grafikon 8: Povprečna telesna temperatura pred aerobno vajo	20
Stolpčni grafikon 9: Povprečni volumen porabe kisika pred aerobno vajo.....	20
Stolpčni grafikon 10: Povprečna površina telesa	21
Stolpčni grafikon 11: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo	21
Stolpčni grafikon 12: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto.	23
Stolpčni grafikon 13: Povprečna frekvenca dihanja učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto.....	23
Stolpčni grafikon 14: Povprečna telesna temperatura učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto.....	23
Stolpčni grafikon 15: Povprečna telesna temperatura učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto	24
Stolpčni grafikon 16: Povprečna poraba energije učencev, ki so več kot 2x na leto bolni	24
Stolpčni grafikon 17: Povprečna poraba energije učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto.....	24
Stolpčni grafikon 18: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja učencev, ki jih rado zebe.....	27
Stolpčni grafikon 19: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe.....	27
Stolpčni grafikon 20: Povprečna telesna temperatura učencev, ki jih rado zebe	27
Stolpčni grafikon 21: Povprečna telesna temperatura učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe ...	27
Stolpčni grafikon 22: Povprečna energijska poraba učencev, ki jih rado zebe	28
Stolpčni grafikon 23: Povprečna poraba energije učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe	28

Kazalo prilog

Priloga 1: Nomogram porabe kisika.....	32
Priloga 2: Nomogram telesnih površin	33
Priloga 3: Preglednica meritev in izračunov za drugošolce	34
Priloga 4: Preglednica meritev in izračunov za devetošolce	37
Priloga 5: Preglednica meritev in izračunov za učence, ki zbolijo več kot dvakrat na leto.....	39
Priloga 6: Preglednica meritev in izračunov za učence, ki zbolijo manj kot dvakrat na leto	39
Priloga 7: Preglednica meritev in izračunov za učence, ki imajo občutek, da jih rado zebe.....	40
Priloga 8: Preglednica meritev in izračunov za učence, ki nimajo občutka, da jih rado zebe	40
Priloga 9: Izjava za pridobitev soglasja za učence sodelujoče v raziskavi.....	41

ZAHVALA

Zahvaljujem se predvsem svoji mentorici, ki mi je svetovala in mi pomagala pri oblikovanju te naloge. Zahvaljujem se učencem drugega in devetega razreda, njihovim razredničarkam ter njihovim staršem, saj brez njih ne bi mogla opraviti določenih meritev. Zahvaljujem se tudi staršema, ki sta me podpirala in mi včasih priskočila na pomoč.

POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem proučevala metabolizem mladih. Ciljna skupina so bili drugo in devetošolci. Eksperimentalno sem določala: višino, maso, temperaturo, število vdihov v mirovanju in po aktivnosti; izračunala telesno površino, bazalni metabolizem, porabo energije v mirovanju; intervjuvala udeležence v raziskavi.

Rezultate sem primerjala in iskala povezave med vsemi navedenimi parametri.

Najpomembnejša spoznanja:

- telo manjših otrok se odziva drugače, kot telo mladostnikov,
- mlajši otroci se ohlajajo počasneje,
- z višanjem telesne temperature, raste energijska vrednost metabolizma,
- večja površina telesa zahteva višji metabolizem,
- občutek mraza je povezan z razliko frekvenc pljučnega dihanja pred in po naporu pri mlajših otrocih in z bazalno temperaturo pri mladostnikih,
- na obolevnost močno vplivata temperatura in hitrost ohlajanja.

Svoje telo bi morali poznati. Raziskava je le drobec k razumevanju delovanja telesa mladih.

1. UVOD

Vsako bitje je enkratno in neponovljivo, tako anatomsko kot tudi energijsko. Kljub sorodni genski zgradbi vrst, se med osebki iste vrste pojavljajo številne posebnosti, pridobljene kot posledica mutacij ali zgolj modifikacije na izzive iz okolja. Po mojem mnenju bi prav metabolizem posameznika, ki je vsota njegovih celičnih metabolnih aktivnosti, moral postati osnova razumevanja delovanja posameznika in še boljših individualnih obravnav zdravnika. Ker me tematika že nekaj časa spremlja, sem se odločila, da jo raziščem na ravni šolske populacije pri 7 let in 14 let starih učencih. Zanimali so me predvsem tisti dejavniki, ki jih lahko enostavno merimo, kot so: masa, višina, število vdihov, telesna temperatura, obolevnost, občutek mraza. S pomočjo nomogramov¹ sem pridobila še dodatne, za šolske razmere, težko dobljive rezultate, predvsem o količini vdihanega kisika. Naloga se je zaključila z nekaj prav zanimivimi rezultati, ki jih predstavljam v nadaljevanju.

1.1 Namen raziskovalne naloge

V nalogi sem želela raziskati v kakšni odvisnosti so:

- telesna temperatura in bazalni metabolizem,
- telesna površina in bazalni metabolizem,
- število vdihov na minuto in telesna temperatura,
- telesna temperatura in aktivnost telesa,
- subjektiven občutek mraza in površina telesa, frekvenco dihanja in bazalni metabolizem,
- obolevnost in površina telesa, frekvenca dihanja in bazalni metabolizem.

1.2 Hipoteze

1. Z enostavnimi meritvami lahko sklepamo, kakšen je človekov metabolizem.
2. Večja kot sta masa in višina človeka, višja je telesna temperatura.
3. Telesna temperatura bo pred telesno aktivnostjo višja kot takoj po njej.
4. Število vdihov na minuto je odvisno od telesne temperature.
5. Višja kot je telesna temperatura, višji je metabolizem.

¹ Nomogram (iz grščine νόμος *nomos*, kar pomeni *pravo* in γραμμή *grammē*, kar pomeni *vrstica*), ki se imenuje tudi poravnani grafikon, je normiran grafični prikaz za različne faktorje, ki so v odvisni zvezi. Prvi nomogram je sestavil francoski inženir Philbert Maurice d'Ocagne (1862-1938) leta 1884. (Vir: *Wikipedia – Nomogram*. Pridobljeno dne 21.1.2014. Dostopno na naslovu: <http://en.wikipedia.org/wiki/Nomogram>.)

6. Bazalni metabolizem je odvisen od površine telesa.
7. Višja kot je telesna temperatura, bolj je izražen občutek mraza.
8. Višji kot je bazalni metabolizem, manjša je obolevnost.

2. METODOLOGIJA DELA

Delo je temeljilo na:

- **teoretičnem delu**, v okviru katerega sem proučevala:
 - zgradbo celice in celične organele,
 - celično dihanje,
 - že znano o metabolizmu²,
 - telesno temperaturo,
 - nomograme za določene funkcije,
- **eksperimentalnem delu**, v okviru katerega sem:
 - pridobila pisna dovoljenja staršev učencev, ki sem jih proučevala
 - merila:
 - telesno temperaturo pred in po aerobni vadbi,
 - bazalno telesno temperaturo,
 - telesno maso,
 - telesno višino,
 - število vdihov v mirovanju in po aerobni vadbi,
 - določevala:
 - telesno površino,
 - porabo energije v mirovanju
 - bazalni metabolizem,
 - rezultate:
 - grafično in tekstovno predstavila,
- **vodenem skupinskem intervjuju**, v okviru katerega sem:
 - intervjuvala učence,
 - iskala odvisnosti z merilnimi komponentami v eksperimentalnem delu,
 - rezultate grafično in tekstovno predstavila.

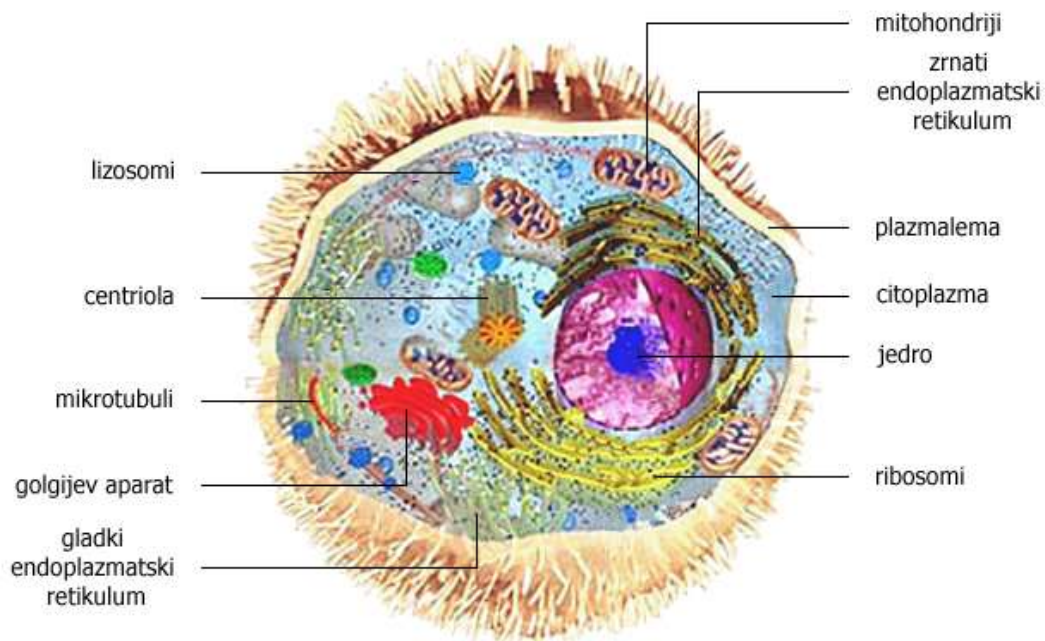
² »Presnova ali metabolizem (grško μεταβολισμός) zajema kemične in fizikalne procese, pri katerih nastajajo ter se razgrajujejo snovi v organizmu. V presnovo so prav tako vključeni procesi, v katerih pridobiva organizem potrebno energijo«. (Vir: *Wikipedija –Presnova*. Pridobljeno dne 21. 1. 2014. Dostopno na naslovu: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Presnova>)

3. TEORETIČNI DEL

V tem delu sem proučila zgradbo celice z organeli v katerih tečejo metabolne reakcije, osnove metabolizma in dihanje, kot glavni proces, v katerem celica pridobiva energijo.

3.1 Zgradba celice in celični organeli

Celica je osnovna gradbena enota vseh živih bitij. V njeni notranjosti so številni organeli. Na sliki 1 je prikazana skica živalske celice.



Slika 1: Skica zgradbe živalske celice

(Vir: Svarog - *Živalska celica*. Pridobljeno dne 20. 1. 2014. Dostopno na naslovu: http://mss.svarog.si/biologija/MSS/index.php?page_id=11707)

Celice se povezujejo v tkiva, kjer opravljajo skupno nalogo npr. mišično tkivo za krčenje, živčno za prevajanje,... kljub vsemu pa delujejo kot samostojne enote, ki vsebujejo številne celične organele. V preglednici 1 prikazujem naloge posameznih celičnih organelov.

Preglednica 1: Celični organeli in naloge, ki jih opravljajo v celici

(Vir: Greenwood, T. et al. *Biologija za gimnazije*. 3. izdaja. Ljubljana, Modrijan, 2010. ISBN 078-961-241-224-1.)

CELIČNI ORGANEL	NALOGA
Ribosom	Je zapleten organel, ki ga najdemo v vseh živih celicah. Celica ima veliko ribosomov. Lahko so prosto v citosolu ³ celice ali pripeti na endoplazmatski retikel, pripeti so lahko tudi na jedrno ovojnico. Običajno si ga predstavljamo kot tovarno v kateri nastajajo proteini po navodilu iz molekule DNA.
Endoplazmatski retikel (ER)	Poznamo zrnat in gladki ER. Zrnat vsebuje ribosome, kjer poteka sinteza beljakovin. Endoplazmatski retikel je preplet prostorov, ki se raztezajo po celici. Beljakovine, ki nastanejo, potujejo po teh prostorih po celici.
Golgijev aparat	Zgrajen je iz cistern in tvori mehurčke, ki potujejo do celične membrane, kjer se odprejo in vsebino izpraznijo v medceličen prostor.
Lizosomi	Se odcepijo od Golgijevega aparata in vsebujejo encime za prebavo. Sodelujejo pri celični prebavi.
Mitochondrij	Zgrajeni so iz dveh membran, notranje in zunanje. Notranja je močno nagubana. To je organel za pridobivanje energije v procesu celičnega dihanja, pri katerem se energija sprosti iz hrane, pri tem pa nastaja ATP. ⁴ Za celični metabolizem je najpomembnejši organel.

3.2 Metabolizem

Metabolizem imenujemo tudi presnova. Ta proces delimo na katabolizem, v katerem se organske molekule razgrajujejo in se energija sprošča ter anabolizem, v katerem se molekule gradijo in kjer se energija rabi. Bistven del katabolnih poti v organizmu se nanaša na celično

³ Je celotna notranjost celice brez celičnih organelov.

⁴ Je celična energijska molekula.

dihanje, v katerem se sprošča energija. Celično dihanje teče v mitohondrijih celice. Kadar celica ne porabi vse energije, ki je nastala, jo shrani v obliki glikogena ali maščobe. Vse procese v telesu lahko energijsko seštejemo in zrcalimo na telesno temperaturo ter količino porabljenega kisika. (Vir: Alberts, B. et al. *Essential cell biology*. 3. Natis. New York, Garland Science, 2010. ISBN 978-0-8153-4129-1.)

Bazalna presnova ali metabolizem je količina energije, ki jo za vzdrževanje osnovnih življenjskih procesov v 24 urah porabi vsaj 12 ur tešč človek, ki telesno in duševno miruje pri sobni temperaturi (18-24 C°).

Na metabolizem vplivajo: dedni zapis, spol, starost, telesna teža, površina telesa, odstotek telesne maščobe, prehrana, telesna temperatura, zunanja temperatura, hormoni, telesna aktivnost. (Vir: *Cenim.se – Bazalni metabolizem*. Pridobljeno dne 25. 12. 2013. Dostopno na: <http://www.cenim.se/hujsanje/bazalni-metabolizem/>)

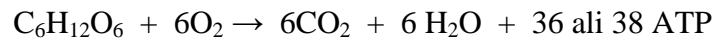
V svoji nalogi sem se osredotočila na: starost, telesno težo, površino telesa, telesno temperaturo in telesno aktivnost.

3.3 Dihanje

Ločimo pljučno in celično dihanje. Za metabolizem je najpomembnejše celično dihanje.

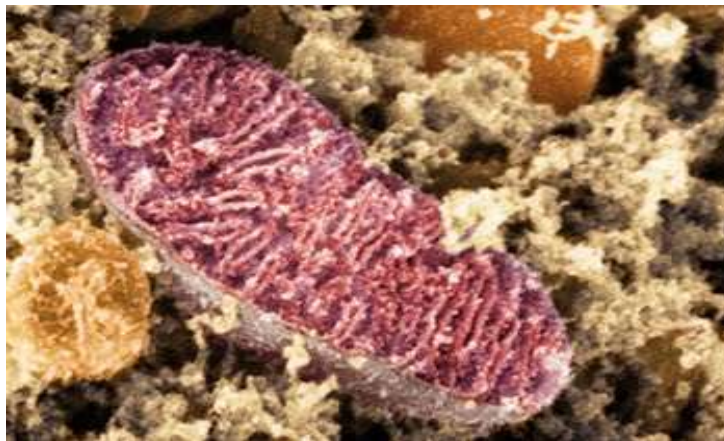
3.3.1 Celično dihanje

Poleg pljučnega dihanja, ki je le izmenjavanje kisika in ogljikovega dioksida med zrakom in krvjo na meji pljučnega mehurčka, je celično dihanje skupno ime za številne in kompleksne kemijske reakcije, ki tečejo v celici in v katerih lahko celica pridobi energijo iz organskih molekul. Energija se sprošča v procesu oksidacije organskih molekul. Med organskimi molekulami, ki jih celice porabljajo pri celičnem dihanju, so glukoza, aminokisliline in maščobne kisliline. Dihanju, kjer je končni prejemnik elektronov kisik, pravimo aerobno, kjer so prejemnik druge molekule pa anaerobno. Energija, ki jo celica pridobi s celičnim dihanjem, se porablja za sintezo molekul, ki služijo kot kemična shramba. Zelo pomembna molekula, ki jo celica uporablja kot energijsko valuto, je molekula adenzinotriposfata (ATP). Poznana je kot univerzalna energetska valuta, njena količina v celici pove, koliko energije je na voljo za energetske zahtevne procese. Celoto zapletenih reakcij lahko predstavimo z eno enačbo znano kot enačba dihanja:



Vsaka molekula glukoze v procesu aerobnega dihanja daje 36 oz. 38 ATP ali energijskih valut s katerimi celica opravlja druga dela. Proces dihanja se odvija v treh fazah.

- Glikoliza - v citoplazmi glukoza razpade na dve molekuli piruvične kisline, ki vstopita v mitohondrijsko sredico.
- Krebsov cikel - v mitohondrijski sredici se piruvat razgradi na ogljikov dioksid, elektroni so poslani na membrane mitohondrija, vidne na sliki 2.



Slika 2: Mitohondrij

(Vir: *Matrix world – mitohondrij*. Pridobljeno dne 21.1.2014. Dostopno na naslovu: http://matrixworldhr.files.wordpress.com/2012/03/mitochondria-350_tcm18-189785.jpg)

- Elektronska prenašalna veriga in nastanek ATP – poteka na notranjih membranah mitohondrija in ustvarja energijsko bogato molekulo adenzin trifosfat (ATP), ki je shematsko predstavljena na sliki 3.



Slika 3: Skica zgradbe molekule ATP

(Vir: *Wikipedija – Molekula ATP*. Pridobljeno dne 19 .2. 2014. Dostopno na: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Adenzin_trifosfat.JPG)

Med porabljenim kisikom in pretvorjeno energijo obstaja direktna povezava. Vsak liter porabljenega kisika daje okoli 20 kJ energije. (Vir: Schmidt, R.F. in Thews G. *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage. New York, Springer Verlag Heidelberg, 1997)

3.3.1 Kisik in energija

Kisik je vir življenja. Nujno je potreben pri celičnem dihanju. Če pravilno dihamo, smo na boljši poti, da ohranjamo svoje zdravje in zmogljivost ter da ostanemo sproščeni. Za aerobno vajo je značilno, da je oskrba celic s kisikom ravno prava, da lahko v procesu dihanja nastane toliko energije kot jo celica potrebuje.

3.3.2 Poraba kisika

Oznaka za maksimalno porabo kisika je VO_2 max. Ta označuje, kolikšen je največji volumen kisika, ki ga je telo sposobno porabiti v eni minuti. Merjenje maksimalne porabe kisika je že dolgo časa najbolj uporabna metoda za merjenje aerobne učinkovitosti ljudi ter živali. Poznamo relativno in absolutno vrednost, razlikujeta pa se v merski enoti.

Absolutna vrednost nam pove celokupni volumen porabljenega kisika (npr. 3,6 l/min). Relativna vrednost pa je preračun, kjer dobimo vrednost glede na telesno težo merjenca, tako da absolutno vrednost delimo s telesno težo merjenca. Izraža se v mL O_2 /min/kg telesne teže. (Vir: *Tekplus – maksimalna poraba kisika*. Pridobljeno dne 8. 12. 2013. Dostopno na: <http://www.tekplus.si/maksimalna-poraba-kisika-vo2-max/>)

3.4 Telesna temperatura

Večina živali ima nestalno telesno temperaturo, le ptiči in sesalci imajo stalno telesno temperaturo. Človek sodi med sesalce z normalno telesno temperaturo do 37 °C. Del sproščene energije, ki nastane pri katabolizmu se uskladišči v energijsko bogate molekule (ATP), večina energije pa se sprosti iz telesa v obliki toplote (približno 75%). Količina sproščene toplote je lahko merilo intenzivnosti presnove. (Vir: Schmidt, R.F. in Thews G. *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage. New York, Springer Verlag Heidelberg, 1997)

4. EMPIRIČNI DEL

V raziskovalni nalogi je sodelovalo 49 drugošolcev starih sedem let in 36 devetošolcev starih štirinajst let.

4.1 Skupinski voden intervju

Izvedla sem ga 14.1.2014. V njem sem intervjuvala učence drugih (49 učencev) in devetih (36 učencev) razredov. Intervju sem izvedla skupinsko. Postavila sem dve vprašanji:

- Ali te rado zebe?
- Ali si bolan več kot dva-krat na leto?

Odgovore sem beležila v naprej pripravljeno tabelo. Glej prilogo 3 in 4.

V prvem vprašanju me je zanimal zgolj subjektivni občutek, v drugem pa objektivno dejstvo.

S prvim vprašanjem sem želela raziskati, kako človek zaznava svoj metabolizem skozi telesno temperaturo in v kakšni povezavi je ta občutek s frekvenco pljučnega dihanja, porabo kisika, telesno površino.

Z drugim vprašanjem sem želela povezati metabolizem in obolevnost. Ker menim, da večina ljudi oboleva do dva-krat na leto, sem postavila merilo več kot dva-krat na leto. Tako sem želela odkriti razliko v metabolizmu več-krat bolnih učencev in ga primerjati z metabolizmom tistih, ki obolevajo manj.

4.2 Eksperimentalno delo

Pred meritvami sem na uvodnem roditeljskem sestanku, v septembru, staršem drugošolcev in devetošolcev predstavila namen raziskovalne naloge in jih zaprosila za pisno dovoljenje, da lahko učence testiram in zberem podatke. Testiranje sem izvajala v mesecu novembru in decembru. Delo je bilo dolgotrajno, zaradi števila meritev v izbranih pogojih. V meritve sem zajela 36 devetošolcev in 49 drugošolcev. Merila sem: maso, višino, število vdihov pred in po naporu ter temperaturo pred in po naporu. Maso sem merila na tehtnici znamke Soehnle z maksimalno maso 130 kg in odklonom 0,1 kg. Temperaturo sem merila z elektronskim termometrom znamke Beuer medical FT70, z odklonom 0,3 °C. Vsi rezultati so zbrani v prilogi 3 in 4.

Volumen porabljenega kisika v mirovanju (V_{O_2}) sem izračunala s pomočjo nomograma (priloga 1), ki je normiran pripomoček za določevanje volumnov kisika v odvisnosti od števila vdihov in mase za dojenčke, otroke in odrasle. Vsi odčitani rezultati so zbrani v prilogi 3 in 4.

Podatke za bazalno temperaturo sem dobila le od nekaterih devetošolcev oz. staršev drugošolcev, ki so bili pripravljeni z mano deliti ta podatek. Te temperature nisem mogla

izmeriti sama, ker se meri v posebnih pogojih (jutranje ure pred vstajanjem, popolna psihična sproščenost in mirovanje telesa, 12 ur brez hranjenja). Vsi rezultati so zbrani v prilogi 3 in 4.

4.2.1 Izbrani pogoji meritev

Temperaturo in število vdihov na minuto sem merila v dveh izbranih okoliščinah. Pred aerobno vajo, v učilnici, kjer so učenci umirjeno in sede delali najmanj dve šolski uri in po 10 minutni aerobni vaji pri uri telovadbe, ki je zajemala v vseh eksperimentalnih skupinah 10 minutno igro v kateri so učenci tekli. Drugošolci so v igri menjavali obe strani telovadnice, devetošolci so igrali dvoranski nogomet, devetošolke košarko. Zaradi elektronskega odčitavanja temperature, sem sedečim učencem, ki so šteli svoje vdihe na minuto zelo hitro odčitala telesno temperaturo. Pri vpisu in meritvi so mi pomagale mentorica, učiteljica pri predmetu in sošolka, ki mi je pomagala pri vpisu podatkov v naprej pripravljeno preglednico. Ker so učenci šteli lastne vdihe, sem predvidevala, da je možnost samokontrole dihanja velika, zato sem število vdihov preverila trikrat in zapisala srednjo vrednost.

4.2.2 Izračuni

Nekatere podatke sem morala izračunati. (Vir: Schmidt, R.F. in Thews G. *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage. New York, Springer Verlag Heidelberg, 1997)

- Telesno površino sem izračunala po Du Bois-ovi formuli:

$$\text{Površina (cm}^2\text{)} = \text{višina telesa (cm)}^{0,725} \times \text{telesna teža (kg)}^{0,425} \times 71,84$$

Za drugošolce sem površino telesa dodatno preverila v nomogramu telesne površine za otroke (priloga 2).

- Porabo energije na uro v mirovanju, po formuli, ki upošteva, da vsak liter porabljenega kisika daje 20,19 kJ energije (Vir: Schmidt, R.F. in Thews G. *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage. New York, Springer Verlag Heidelberg, 1997)

$$\text{Energija (kJ)} = \text{volumen kisika (L)} \times 20,19 \text{ kJ/L}$$

- Metabolizem v mirovanju, po formuli:

$$\text{Metabolizem (kJ/h)} = \text{poraba energije (kJ/L)} / \text{površina telesa (m}^2\text{)}$$

- Volumen porabljenega kisika na minuto, po formuli:

$$\text{Volumen O}_2 \text{ (L/min)} = \text{število vdihov (min}^{-1}\text{)} \times \text{volumen O}_2 \text{ ob vdihu (L)} / \text{masa (kg)}$$

Volumen kisika na minuto sem prebrala iz Radford Breathing nomograma bazalnih volumnov za dojenčke, otroke in odrasle (priloga 1) in podatke vstavila v zgornjo enačbo.

5. REZULTATI

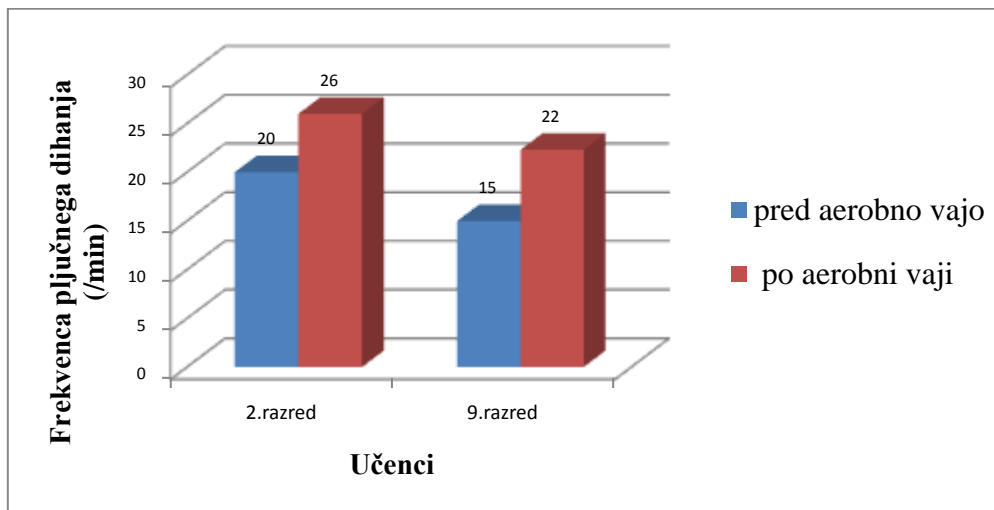
Iz priloge 3 in 4, kjer so zbrani vsi rezultati, sem odvisnosti predstavila v stolpčnih grafikonih in jim pripisala komentarje.

5.1 Dihanje

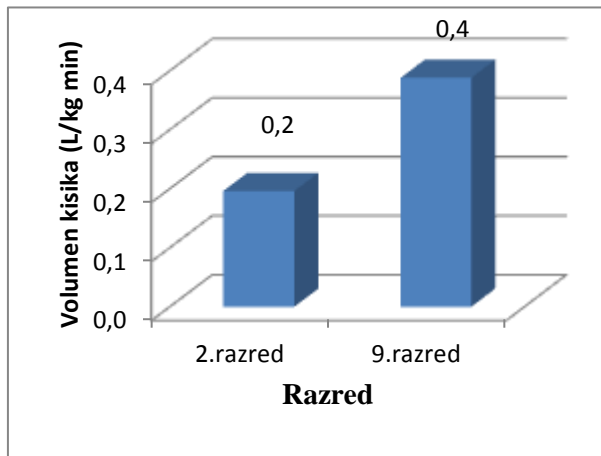
Dihanje sem proučevala pred in po aerobni vaji primerjalno med drugo in devetošolci. Razmerje prikazuje stolpčni grafikon 1. Frekvenca dihanja drugošolcev je v povprečju za pet vdihov hitrejša pred naporom in za povprečno 4 vdihe po aerobni vaji glede na devetošolce.

Za vsakega učenca sem iz Radford Breathing nomograma odčitala še porabo kisika v mirujočem položaju na minuto in jo vpisala v prilogi 3 in 4. Izračunala sem povprečno porabo kisika v mirovanju za devetošolce in drugošolce. V stolpčnem grafikonu 2 prikazujem razmerje med povprečnim vdihom kisika sedemletnika v mirovanju (0,388 L/kgmin) in štirinajstletnika (0.388 L/kgmin) (podatki iz priloge 3 in 4). Pri drugošolcih je višja telesna temperatura (stolpčni grafikon 3) povezana z višjo frekvenco dihanja, pri devetošolcih pa je nižja telesna temperatura po aerobni vaji, povezana z večanjem frekvence dihanja.

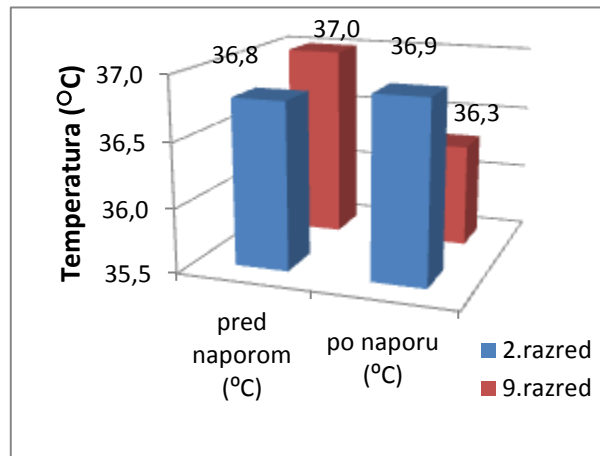
Stolpčni grafikon 1: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja pred in po aerobni vaji



Stolpčni grafikon 2: Povprečni porabljen volumen kisika v mirovanju



Stolpčni grafikon 3: Povprečna temperatura pred in po naporu



Sklepi:

Frekvenca pljučnega dihanja pri mladostnikih z leti upada. V mirovanju znaša pri sedem let starih učencih (drugošolci) povprečno 20, pri štirinajst letnih učencih (devetošolci) pa 15 vdihov na minuto.

Z aerobno vajo večamo frekvenco pljučnega dihanja.

Povprečno vdihnejo devetošolci dvakrat več kisik na minuto in kilogram telesne teže kot drugošolci.

Pri drugošolcih je višja telesna temperatura povezana z večjo frekvenco dihanja. Pri devetošolcih pa je nižja telesna temperatura po aerobni vaji, povezana z večanjem frekvence dihanja. Najverjetneje gre za dodaten mehanizem ohlajanja skozi pljučno tkivo.

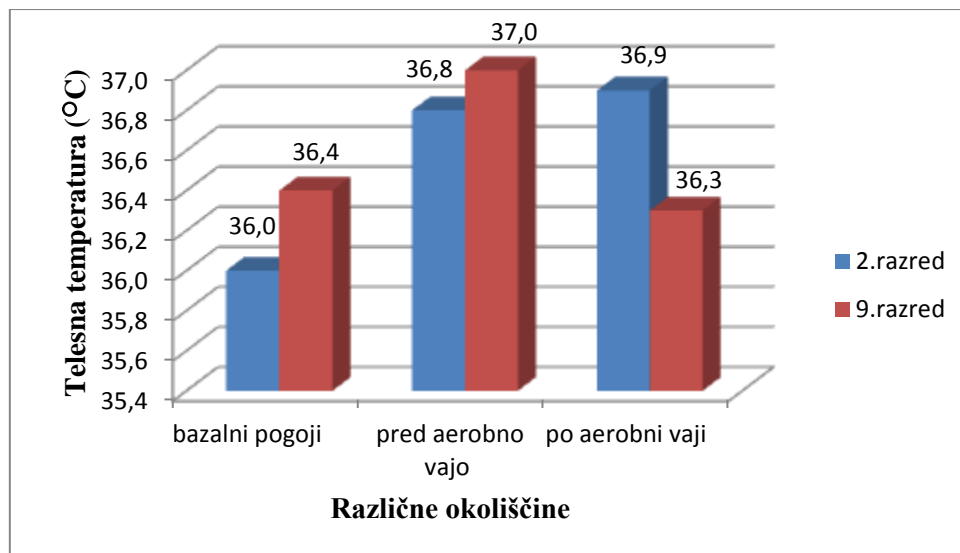
5.2 Telesna temperatura

Telesno temperaturo sem proučevala pred in po aerobni vaji primerjalno med drugo in devetošolci. Zanimala me je tudi bazalna temperatura, ki so si jo učenci morali izmeriti zjutraj pred vstajanjem v posebnih pogojih (popolna psihična sproščenost in mirovanje telesa, 12 ur brez hranjenja). Za sodelovanje sem pisno zaprosila starše drugošolcev in dobila kar 15 podatkov. V devetem razredu je izmerilo to temperaturo 11 učencev. Rezultate prikazuje stolpčni grafikon 4. Bazalna temperatura je v povprečju pri drugošolcih 36,0 °C pri devetošolcih pa 36,4 °C. Telo ob minimalni aktivnosti poviša temperaturo pri drugošolcih povprečno za 0,8 °C pri devetošolcih pa za 0,6°C. Zanimiv je tudi podatek, kako se je telo ob

naporu sposobno ohlajati. Pri drugošolcih po aerobni vaji temperatura v povprečju še narašča, pri devetošolcih pa se v povprečju spusti celo pod povprečno bazalno temperaturo, kar pomeni, da je telo devetošolca sposobno boljšega in hitrejšega ohlajanja (potenje), za razliko od drugošolcev, ki se ohlajajo počasi. Razlog bi lahko iskali v slabši hormonski podpori hipotalamusa⁵, ki je v telesu odgovoren za temperaturno homeostazo⁶, drugi razlog pa je manjša površina telesa skozi katerega se telo lahko ohlaja.

Primerjava povprečnih bazalnih temperatur in površine telesa prikazujeta stolpčna grafikona 5 in 6. Lahko sklepamo, da imajo manjši otroci nižjo bazalno temperaturo, zato ker se težje ohlajajo skozi manjšo površino telesa.

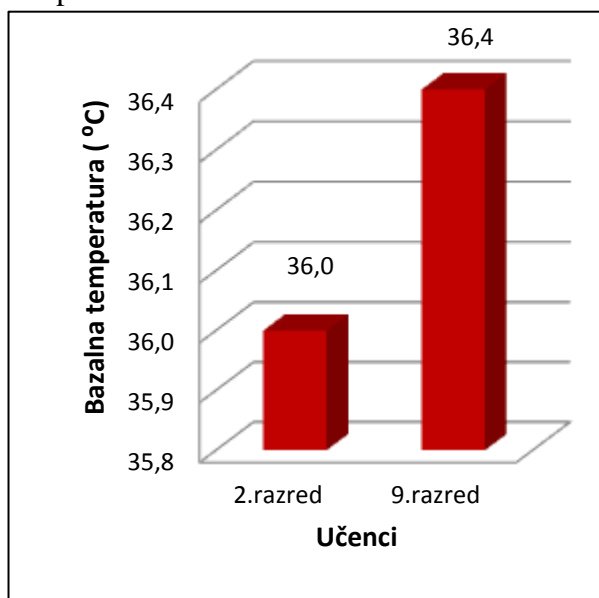
Stolpčni grafikon 4: Povprečna telesna temperatura v različnih okoliščinah



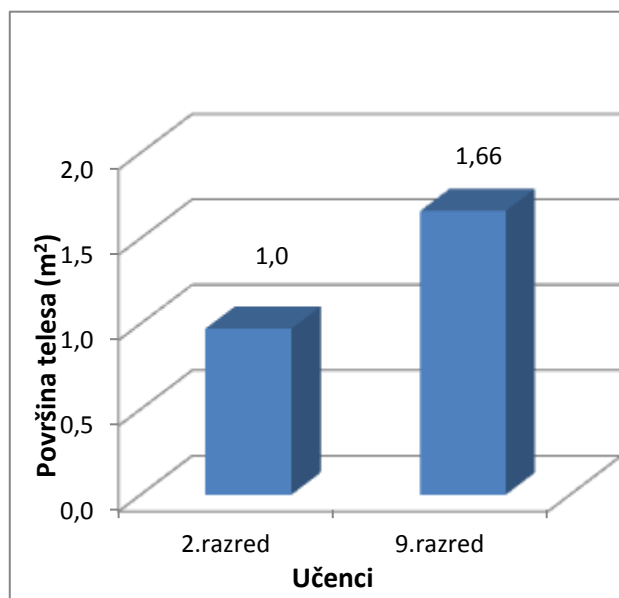
⁵ Je žleza z notranjim izločanjem, ki se nahaja v bližini možganov.

⁶ Je stabilno notranje okolje organizmov, ki lahko niha v ozkem intervalu.

Stolpčni grafik 5: Povprečna bazalna temperatura



Stolpčni grafik 6: Povprečna telesna površina



Sklepi:

Bazalna temperatura je pri drugošolcih povprečno nižja kot pri devetošolcih.

Ne glede na starostno skupino, telo ob telesni aktivnosti dvigne temperaturo.

Telo drugošolca se slabše ohlaja kot telo devetošolca.

Manjša površina telesa je povezana z nižjo bazalno temperaturo, ker se telo težje ohlaja.

5.3 Metabolizem

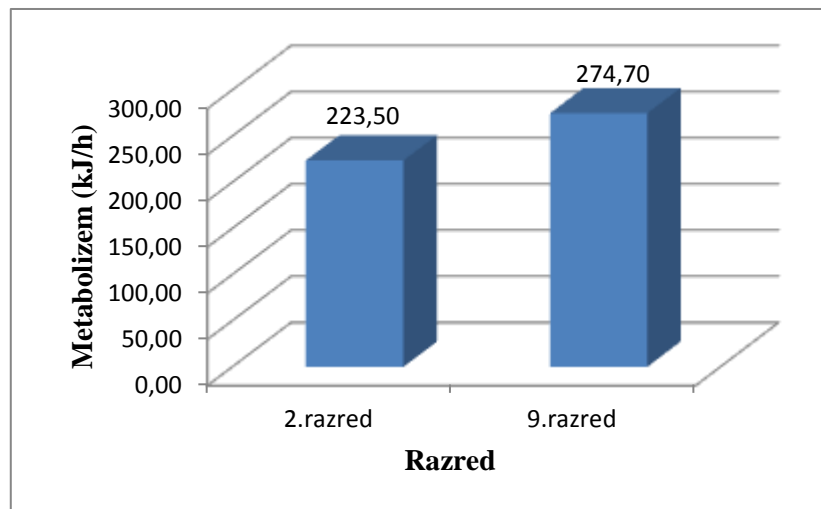
Metabolizem sem izračunala pri lažji obremenitvi (sedenje pri pouku in umska aktivnost) in ga v tekstu poimenujem »pred aerobno vajo«. Primerjala sem ga z drugimi zbranimi podatki iz preglednice 3, 4. Ker je »količina sproščene toplote lahko merilo intenzivnosti presnove v telesu« (Schmidt R. F., 1997, str. 51), sem se odločila najprej primerjati temperaturo pred aerobno vajo z metabolizmom in ga prikazala v stolpčnem grafikonu 7 in 8.

Povprečni metabolizem pred aerobno vajo drugošolcev znaša 223,5 kJ/h, devetošolcev pa za približno 50 kJ/h več. Telesna temperatura devetošolcev je v povprečju za 0,2 °C višja kot pri drugošolcih. Za vzdrževanje telesne homeostaze večje telo potrebuje več energije, v prostor pa se odda tudi več energije.

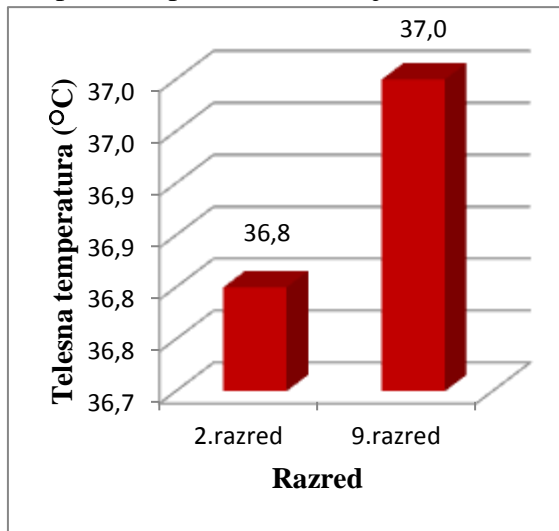
Metabolizem je odvisen tudi od površine telesa, saj se na večji površini odda več energije, kar pomeni, da mora biti metabolizem višji (stolpčni grafik 10).

Povprečje frekvenc dihanja na minuto je v mirovanju pri drugošolcih za pet vdihov večje, kot pri devetošolcih (stolpčni grafikon 11). Kljub višji frekvenci pljučnega dihanja, pa je metabolizem nižji kot pri devetošolcih. Vzrok je v volumnu kisika, ki ga telo sprejme in sem ga odčitala iz nomograma v prilogi 1. Povprečje porabljenega volumna kisika je pri devetošolcih dvakrat večje kot pri drugošolcih (stolpčni grafikon 9).

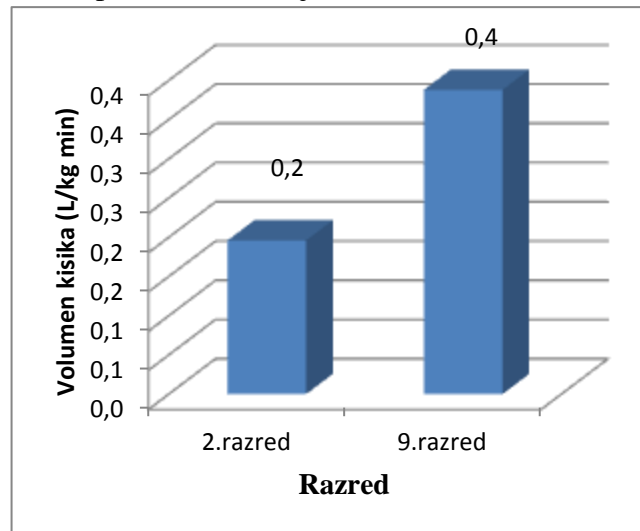
Stolpčni grafikon 7: Povprečni metabolizem



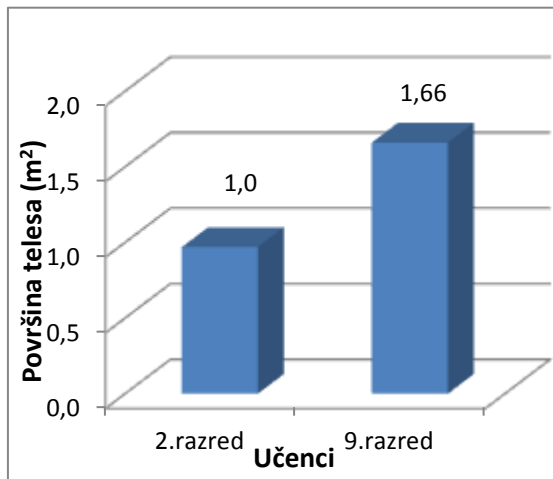
Stolpčni grafikon 8: Povprečna telesna temperatura pred aerobno vajo



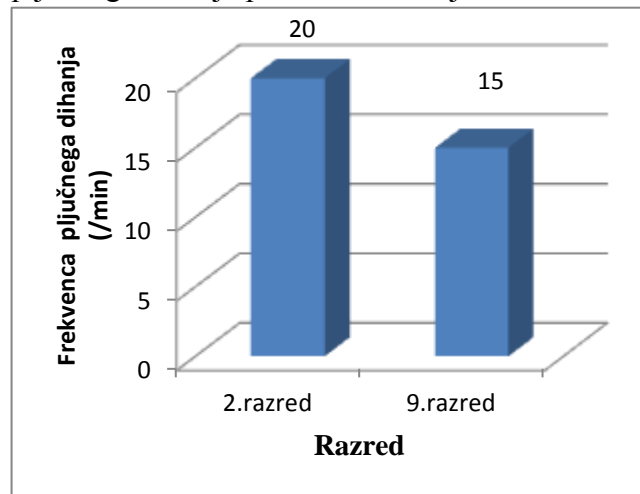
Stolpčni grafikon 9: Povprečni volumen porabe kisika pred aerobno vajo



Stolpčni grafikon 10: Povprečna površina telesa



Stolpčni grafikon 11: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo



Sklepi:

Metabolizem vpliva na telesno temperaturo. Višji kot je metabolizem, višja je tudi telesna temperatura.

Površina telesa vpliva na metabolizem. Večja kot je površina telesa, več toplote telo oddaja in višji je metabolizem.

Drugošolci dihanje hitreje, vendar je količina sprejetega kisika manjša kot pri devetošolcih.

Samo s frekvenco pljučnega dihanja ne moremo oceniti metabolizma v telesu.

Metabolizem in frekvenca dihanja sta odvisna le, če izvemo podatek o volumnu sprejetega kisika.

5.4 Obolevnost

Celotna raziskava je nastala iz mojega začetnega razmišljanja, da je obolevnost odvisna od metabolizma v telesu. Tako sem iz priloge 3 in 4 osamila dve skupini učencev, tiste, ki zbolijo več kot dvakrat na leto in tiste, ki zbolijo manj kot dvakrat na leto. Mejo obolevnosti sem določila po razmisleku in izkušnjah manjkajočih pri pouku. V devetem razredu oboleva več kot 2x na leto 9 učencev, v drugem razredu pa 10 učencev. Vse podatke sem predstavila v prilogi 5, 6.

Povprečna frekvenca dihanja je prikazana v stolpčnih grafikonih 12 in 13. V skupini drugošolcev ni razlike v povprečni frekvenci dihanja med več in manjkrat obolelimi,

primerjalno pred in po aerobni vaji. Oboji imajo enako povprečno frekvenco dihanja pred aerobno vajo 19/min in po njej 24 /min.

V skupini devetošolcev je povprečna frekvenca dihanja večkrat obolelih pred aerobno vajo za 1,5 vdih na minuto manjša in za povprečno 1 vdih na minuto višja po aerobni vaji kot pri manjkrat obolelih.

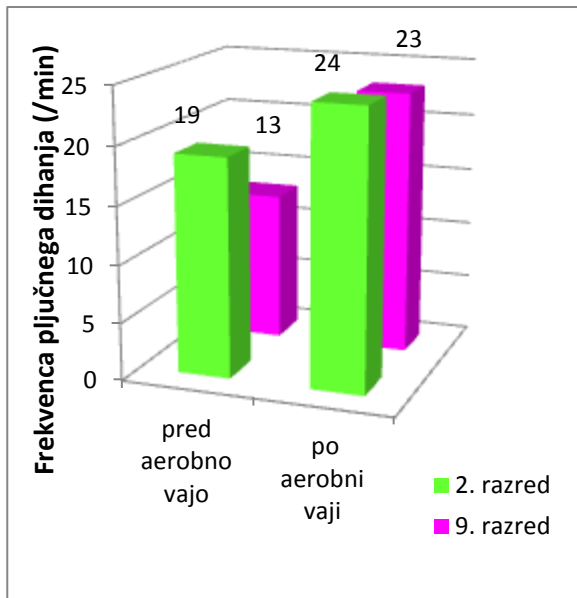
Povprečna bazalna temperatura prikazana v stolpčnih grafikonih 14 in 15 večkrat obolelih drugošolcev je enaka kot tistih, ki zbolijo manjkrat. Prav tako ostaja enaka tudi temperatura pred aerobno vajo. Po aerobni vaji pa se tistim drugošolcem, ki obolevajo večkrat, telesna temperatura še poviša, tistim, ki obolevajo manjkrat pa se hitro spusti na raven povprečne bazalne temperature. Ohlajanje po aerobni vaji bi pri manjših otrocih lahko bil indikator za določanje kateri otroci bodo zboleli večkrat.

Povprečna bazalna temperatura večkrat obolelih devetošolcev je v povprečju za $0,5^{\circ}\text{C}$ manjša od tistih, ki zbolijo manjkrat. Povprečna temperatura pred aerobno vajo in po njej je v obeh skupinah devetošolcev enaka. Bazalna temperatura bi lahko bila indikator za določanje obolevnosti pri mladostnikih. Mejo v tej raziskavi bi postavila pri $36,2^{\circ}\text{C}$ kar je vmesna vrednost med povprečno temperaturo večkrat obolelih ($35,9^{\circ}\text{C}$) in manjkrat obolelih ($36,4$). Tisti, ki imajo bazalno telesno temperaturo nižjo kot $36,2^{\circ}\text{C}$, imajo večjo verjetnost, da bodo zboleli večkrat.

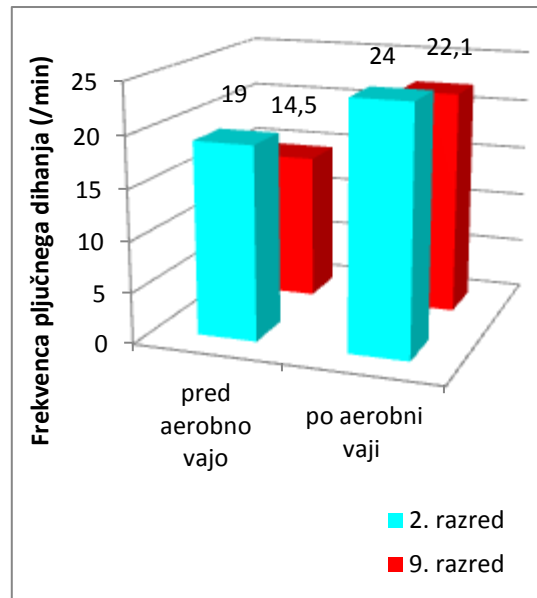
Povprečna vrednost porabe energije je prikazana v stolpčnih grafikonih 16, 17. Drugošolci, ki zbolijo večkrat na leto imajo sicer nižje, vendar zelo podobne vrednosti porabe energije, kot tisti, ki zbolijo manjkrat. Povprečni bazalni metabolizem je pri manjkrat bolnih višji in znaša 225 kJ/h, za razliko od večkrat bolnih drugošolcev, kjer povprečno znaša 217 kJ/h.

Večkrat oboleli devetošolci imajo povprečno porabo energije 481 kJ/h, manjkrat oboleli pa nižjo 467 kJ/h. Povprečni bazalni metabolizem večkrat obolelih devetošolcev znaša 291 kJ/h, manjkrat obolelih pa 279 kJ/h. Večkrat oboleli devetošolci imajo višjo porabo energije kot manjkrat oboleli.

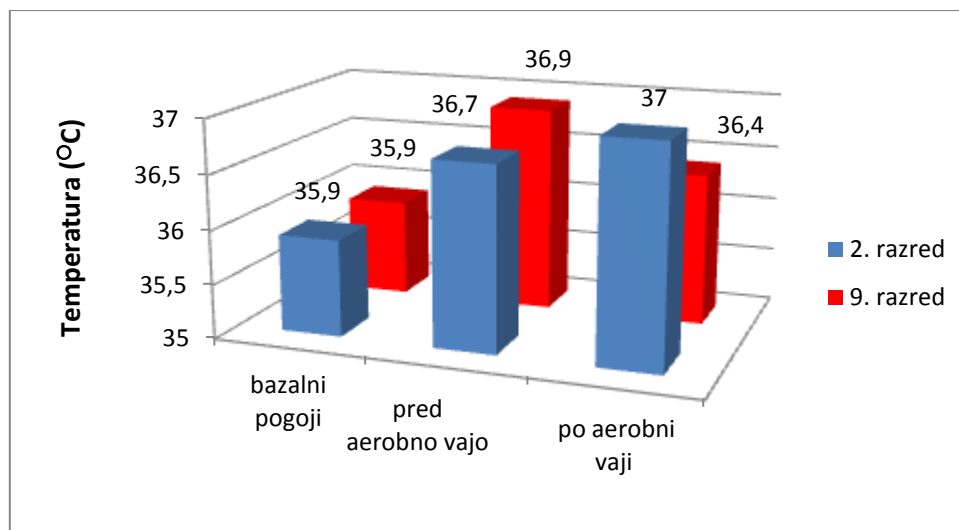
Stolpčni grafikon 12: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto



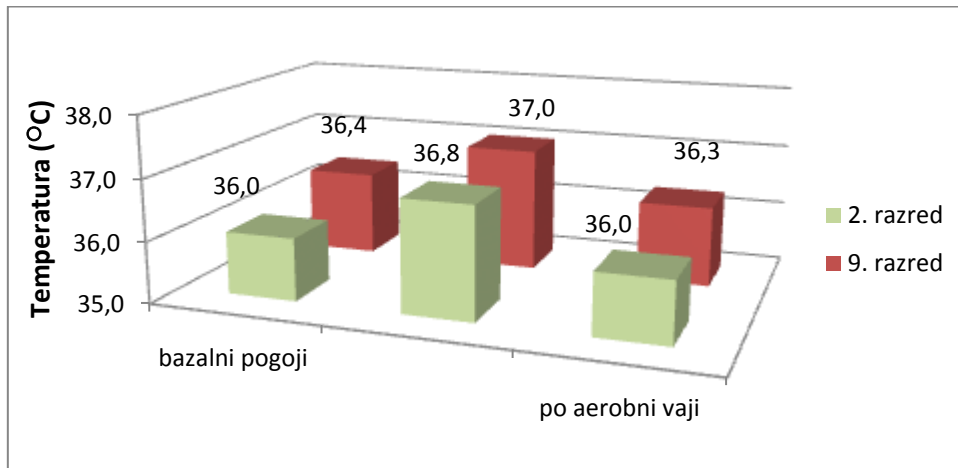
Stolpčni grafikon 13: Povprečna frekvenca dihanja učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto



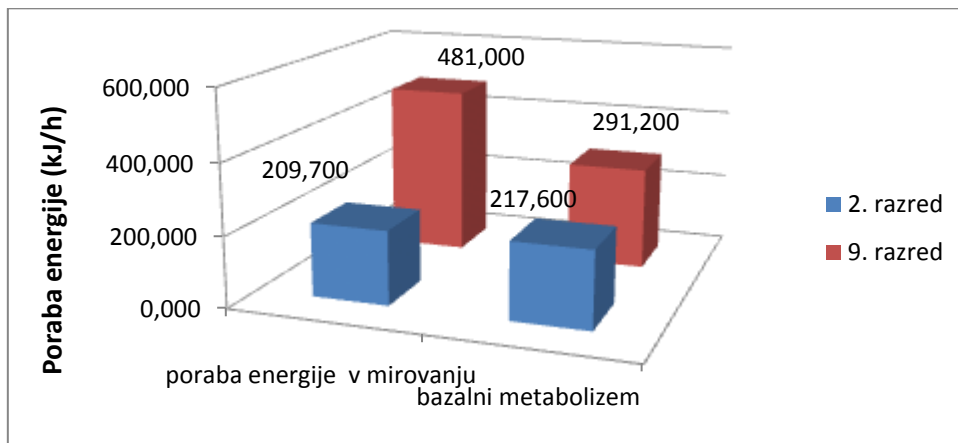
Stolpčni grafikon 14: Povprečna telesna temperatura učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto



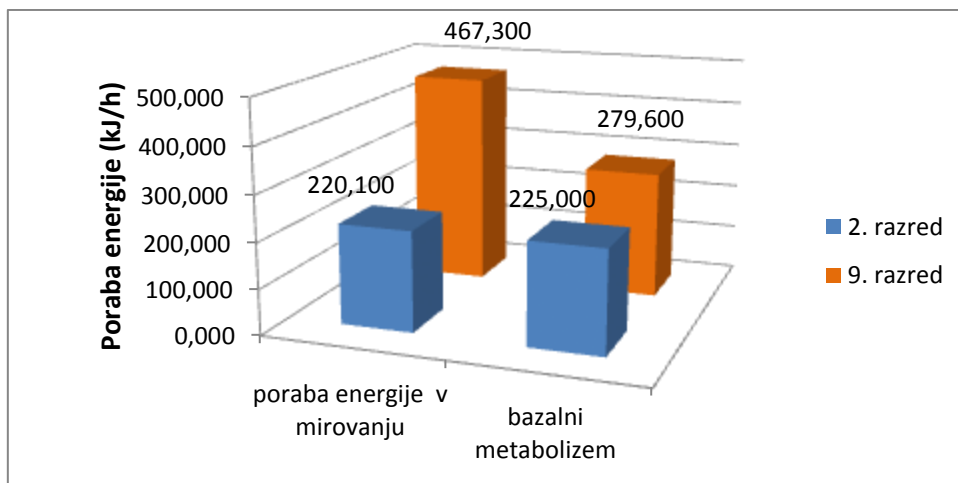
Stolpčni grafik 15: Povprečna telesna temperatura učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto



Stolpčni grafik 16: Povprečna poraba energije učencev, ki so več kot 2x na leto bolni



Stolpčni grafik 17: Povprečna poraba energije učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto



Sklepi:

Telo drugošolcev se odziva na vplive po drugačni zakonitosti kot telo devetošolcev.

S frekvenco pljučnega dihanja, bazalno temperaturo in porabo energije ne moremo ločiti večkrat obolelih drugošolcev od manjkrat obolelih, ker so razlike premajhne.

Merilo s katerim bi lahko ločili večkrat obolele drugošolce od manjkrat obolelih, je telesna temperatura po naporu, ki po aktivnosti večkrat obolelih ne pade.

Frekvenca pljučnega dihanja večkrat obolelih devetošolcev je v mirovanju manjša od manjkrat obolelih.

Bazalna temperatura je pri devetošolcih lahko merilo za oceno obolevnosti. Nižja kot je, večja je verjetnost obolevnosti.

Večkrat bolni devetošolci imajo višji bazalni metabolizem kot tisti, ki obolevajo manjkrat.

Z raziskavo ugotavljam, da bi verjetnost za obolevnost lahko določili s pomočjo meritev bazalne temperature (devetošolci) in temperaturo po telesni aktivnosti (drugošolci).

5.5 Subjektivni občutek mraza

Subjektivni občutek mraza sem proučevala tako, da sem z metodo skupinskega intervjuja določila učence, ki jih ta občutek večkrat spremlja, radi pa se tudi debelejšje oblačijo. Te učence sem osamila in še enkrat preračunala njihove povprečne vrednosti vseh meritev ter jih primerjala z preračunanimi povprečnimi vrednostmi ostalih učencev. Razlike so zbrane v prilogah 7 in 8. V devetem razredu rado zebe 13 učencev, v drugem razredu pa 15 učencev.

Povprečna frekvenca dihanja je prikazana v stolpčnem grafikonu 18, 19 in znaša pri drugošolcih, ki jih rado zebe pred aerobno vajo 18/min, kar je za en vdih manj kot pri tistih, ki tega občutka nimajo (19/min). Povprečna frekvenca dihanja devetošolcev, ki jih rado zebe je pred aerobno vajo 14/min, za skoraj dva vdiha manjša, kot pri tistih, ki tega občutka nimajo (15,6/min). Povprečna frekvenca dihanja drugošolcev, ki jih rado zebe je po aerobni vaji 24,8/min za približno dva vdiha večja, kot pri tistih, ki tega občutka nimajo. Povprečna frekvenca dihanja devetošolcev, ki jih rado zebe je po aerobni vaji 21/min, za približno dva vdiha manjša, kot pri tistih, ki tega občutka nimajo.

Razlika v frekvenci dihanja pri drugošolcih, ki imajo občutek, da jih rado zebe pred in po aerobni vaji znaša kar 7/min, za razliko od tistih, ki tega občutka nimajo in je razlika samo 4/min. Razlika v frekvenci dihanja devetošolcev, ki imajo občutek, da jih rado zebe in tistih, ki nimajo tega občutka je enaka in znaša 7/min.

Primerjava temperatur v različnih okoliščinah je prikazana v stolpčnem grafikonu 20, 21. Opazna razlika se pojavi pri bazalni temperaturi tako pri drugošolcih, ki jih rado zebe kot tudi pri devetošolcih. Povprečna bazalna temperatura drugošolcev, ki jih rado zebe znaša $35,6^{\circ}\text{C}$, za razliko od tistih, ki nimajo tega občutka in znaša $36,1^{\circ}\text{C}$. Povprečna bazalna temperatura devetošolcev, ki jih rado zebe znaša $36,6^{\circ}\text{C}$, za razliko od tistih, ki tega občutka nimajo in znaša $36,2^{\circ}\text{C}$.

Povprečna poraba energije in bazalnega metabolizma prikazujeta stolpčna grafikona 22, 23. Povprečna poraba energije drugošolcev, ki jih rado zebe je 226 kJ/h za razliko od tistih, ki tega občutka nimajo in znaša 215 kJ/h . Razlike med povprečnim bazalnim metabolizmom med obema skupinama, tako pri drugošolcih kot pri devetošolcih, so zelo majhne.

Povprečna poraba energije devetošolcev, ki imajo občutek, da jih rado zebe znaša 443 kJ/h za razliko od tistih, ki tega občutka nimajo in znaša 487 kJ/h .

Sklepi:

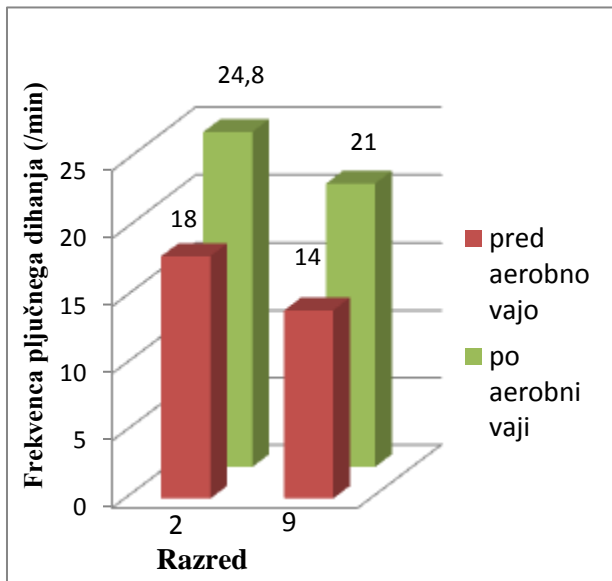
Telo drugošolcev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe imajo manjšo razliko frekvenc dihanja pred in po aerobni vaji, kar je verjetno posledica boljše izkoriščenosti kisika ob vdihu, kot tisti, ki jih rado zebe.

Devetošolci imajo minimalno razliko v frekvenci dihanja med tistimi, ki jih rado zebe in tistimi, ki tega občutka nimajo.

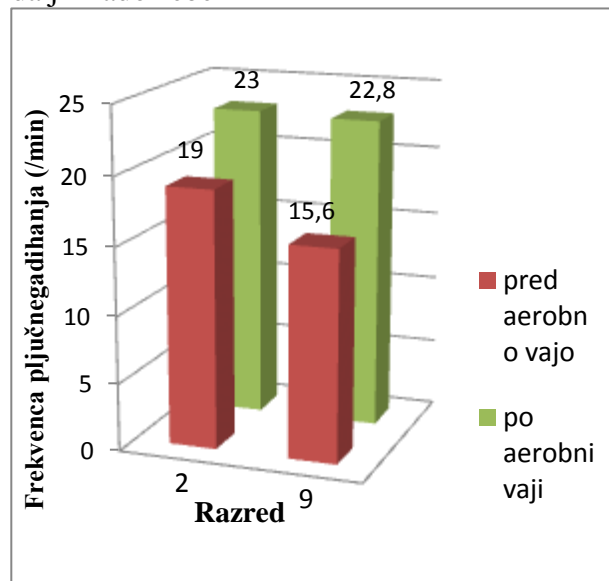
Občutek, da jih rado zebe se pojavi pri tistih drugošolcih, ki imajo nižjo povprečno bazalno temperaturo. Za razliko od devetošolcev, kjer je povprečna bazalna temperatura tistih, ki jih rado zebe višja kot pri tistih, ki tega občutka nimajo.

Občutek mrazu je povezan z nižjo povprečno porabo energije pri devetošolcih in višjo porabo energije pri drugošolcih.

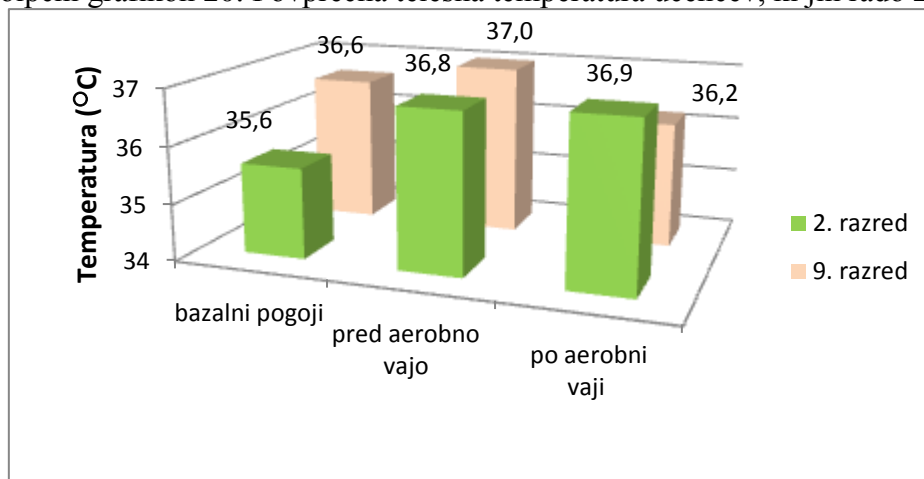
Stolpčni grafikon 18: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja učencev, ki jih rado zebe



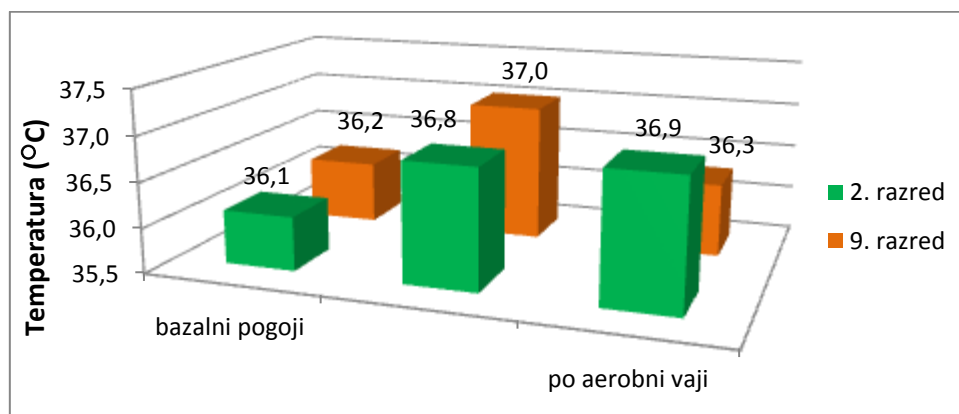
Stolpčni grafikon 19: Povprečna frekvenca pljučnega dihanja učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe



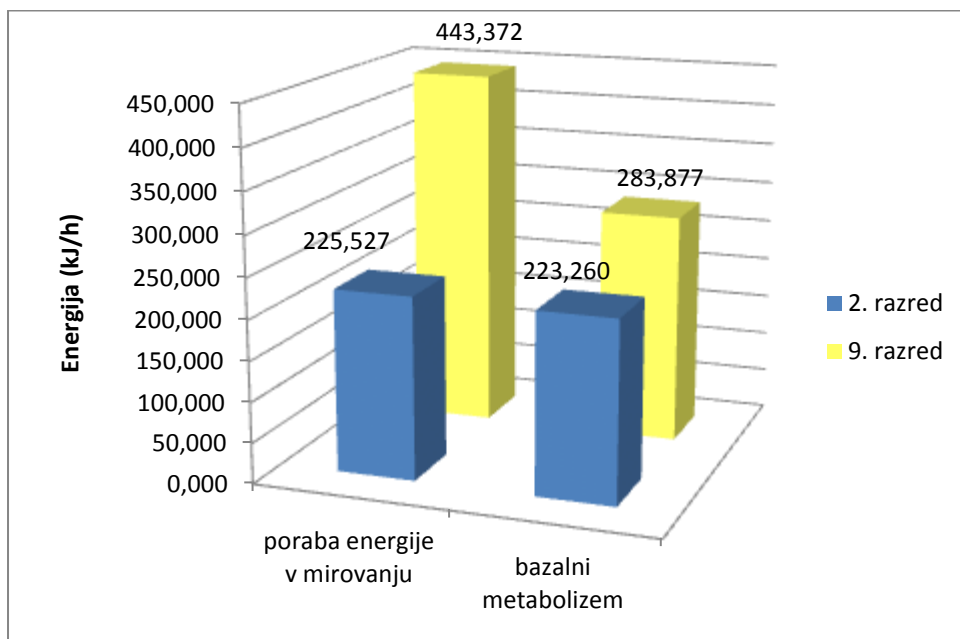
Stolpčni grafikon 20: Povprečna telesna temperatura učencev, ki jih rado zebe



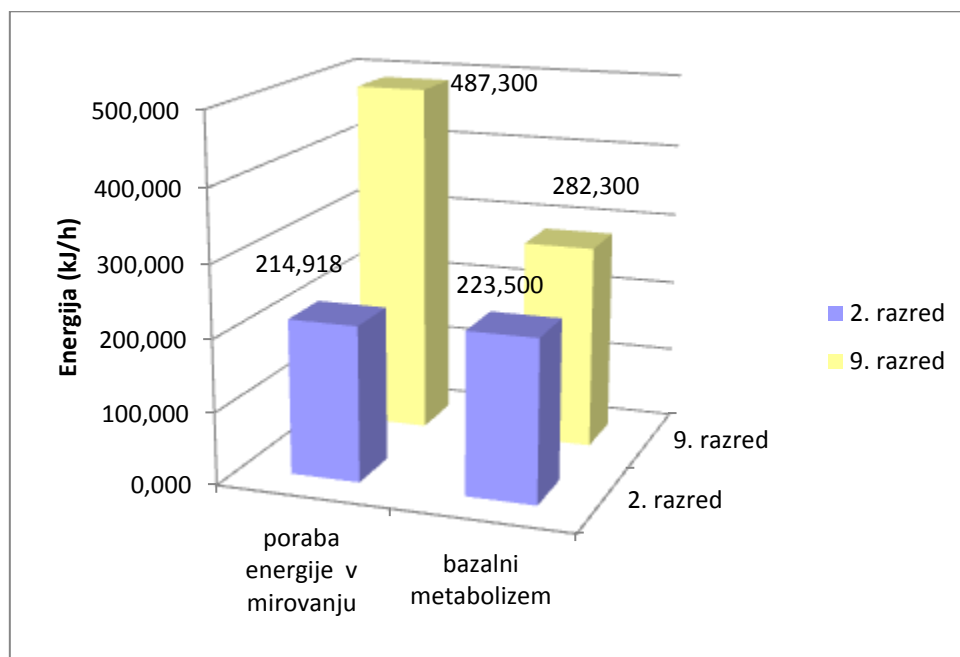
Stolpčni grafikon 21: Povprečna telesna temperatura učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe



Stolpčni grafikon 22: Povprečna energijska poraba učencev, ki jih rado zebe



Stolpčni grafikon 23: Povprečna poraba energije učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe



6. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Zanimivo, da kljub enostavnim meritvam v današnjem času, zelo malo vemo o delovanju lastnega telesa. Slabo poznamo reakcije, kako se bo telo odzvalo na različne vplive iz okolja. Poleg tega pa se telo tudi s starostjo spreminja. Z večanjem razumevanja svojega telesa, bi lahko bolje in dlje časa živeli. Denar za mnoga zdravila bi lahko namenili za dvig kakovosti življenja.

Če izpostavim zdravje, kot zelo pomembno komponento, je raziskava pokazala, da so osebe z nižjo bazalno temperaturo, bolj podvržene obolevnosti, kot osebe, ki imajo bazalno temperaturo višjo. To je dober pokazatelj, da morajo osebe z nižjo bazalno temperaturo bolj skrbeti za svoje zdravje (več telesne aktivnosti ter zdrava prehrana), kot osebe z višjo bazalno temperaturo.

Ljudje bi morali več pozornosti posvečati tudi pravilnemu dihanju, kajti s pravilnim dihanjem oskrbujemo telo z zadostno količino kisika, kisik pa potrebujejo celice v telesu, da lahko oskrbujejo telo z energijo, ki nam omogoča, da se premikamo, govorimo in razmišljamo. S pravilnim dihanjem smo na boljši poti, da ohranjamo svoje zdravje in zmogljivost.

Prav zato sem se odločila, da po končani raziskavi vse podatke in dejstva, ki sem jih spoznala v nalogi, posameznemu učencu oz. njegovemu staršu, sporočim v obliki tipskega pisma.

7. RAZPRAVA

Sklepe posamezne raziskovalne enote v poglavju pet sem strnila in jih primerjala s svojimi hipotezami. Kljub zelo enostavno merljivim parametrom, ki sem jih merila v nalogi, se je moja prva hipoteza potrdila, saj lahko že z njimi preprosto ovrednotimo metabolizem. Pri tem bi izpostavila, da se telo manjših otrok odziva po drugačnih zakonitostih, kot telo mladostnikov in bi morali zajeti še vmesno populacijo, da bi odkrili mejo, pri kateri se telo prične odzivati drugače. Morda bi bilo smiselno to mejo iskati pri učencih, ki so tik pred vstopom v puberteto.

Drugo hipotezo sem potrdila, ker masa in višina telesa vplivata na bazalno temperaturo, kot tudi na temperaturo v mirovanju, le ta je višja pri večjih in težjih učencih. Zato, da je večje telo preskrbljeno z energijo mora biti proces pridobivanja energije višji, ob tem pa se v prostor odda tudi več toplote.

Tretja hipoteza, ki govori, da je temperatura pred telesno aktivnostjo višja kot takoj po njej, drži le za devetošolce, ki se zlahka ohladijo, za razliko od drugošolcev, ki se ohlajajo težje. Sklepam, da bi daljša telesna aktivnost lahko imela za posledico pregrevanje teles mlajših otrok. Iz tega razloga se mlajšim otrokom odsvetuje savnanje in daljše zadrževanje na soncu v poletnih mesecih.

Četrta hipoteza je predpostavljala, da je število vdihov na minuto odvisno od telesne temperature. Pri drugošolcih je višja telesna temperatura povezana z večjo frekvenco dihanja. Pri devetošolcih pa je nižja telesna temperatura po aerobni vaji, povezana z večanjem frekvence dihanja. Najverjetneje gre za dodaten mehanizem ohlajanja skozi pljučno tkivo. Telesna temperatura in dihanje sta povezani spremenljivki.

Peta hipoteza je bila pravilno postavljena, ker z višanjem temperature raste energijska vrednost metabolizma. Zanimivo je vzporedno razmišljanje, da bi hujšali, če bi nam zunanji pogoji onemogočali ohlajanje. Npropustni kombinezoni, ki so jih pred časom prodajali so obljubljali hujšanje v nekaj urah. Zanimivo bi tudi bilo preveriti maso ljudem, ki obiskujejo savno, najverjetneje bi odkrili enak trend, nižanje mase kljub kasnejši rehidraciji telesa.

Šesta hipoteza je povezana z metabolizmom in površino telesa. Pravilno sem domnevala, da večja površina telesa, zahteva tudi višji metabolizem. Skozi večjo telesno površino se odda tudi več toplote, zato mora biti metabolizem telesa, ki skrbi za energijo v njem, višji.

V sedmi hipotezi sem domnevala, višja je telesna temperatura, bolj je izražen občutek mraza. Idejo sem dobila iz svoje izkušnje. Ko zbolimo in se nam poveča temperatura, jo zaznamo kot da nas zebe. Zavedam se, da je naloga težja, saj gre za subjektivno zaznavanje posameznika, kljub temu sem uspela odkriti povezavo med občutkom mraza in temperaturo, toda le pri devetošolcih in pri bazalni temperaturi, kjer hipoteza velja. Pri drugošolcih je občutek mraza povezan z razliko v frekvenci dihanja pred in po aerobni vaji. Tisti, ki jih rado zebe imejo razliko večjo, kot tisti, ki nimajo tega občutka, najverjetneje zato, ker slabše izkoriščajo kisik ob vdihu. Ostale meritve temperatur, v drugih okoliščinah, bi težko povezali z občutkom mraza.

V osmi hipotezi sem predvidevala višji bazalni metabolizem in manjšo obolevnost, vendar sem jo potrdila samo pri drugošolcih, gre pa za minimalno razliko. Z raziskavo sem ugotovila, da na obolevnost močno vpliva temperatura in hitrost ohlajanja. Večkrat zbolevalo tisti drugošolci, ki se po aktivnosti težje ohladijo in tisti devetošolci, ki imajo nižjo bazalno temperaturo. Zbolevanje je povezano s temperaturnim nihanjem, zato rezultat ni presenetljiv.

Tudi nasvet zdravnikov, da ob visoki vročini ohladimo telo, ki se nato pozdravi, je tako bolj razumljiv.

8. ZAKLJUČEK

Naloga je odprla veliko novih vprašanj, ki bi jih bilo potrebno raziskati. Naj jih naštejemo samo nekaj:

Zakaj se delovanje teles mlajših otrok loči od odraslih?

Zakaj imajo povprečno razliko frekvenc dihanja mlajši otroci, ki imajo občutek, da jih rado zebe, večjo kot tisti, ki tega občutka nimajo?

Kako bi lahko pomagali hujšati predebelim? Morda s hujšanjem v posebnih toplih komorah.

Ali izkoriščenost kisika v pljučnem dihanju povečamo z aerobno vajo, kjer večamo frekvenco pljučnega dihanja?

Organizem je povezan in odvisen sistem, ki se odziva na vplive iz okolja, prav zato bi z večjim razumevanjem svojega telesa lahko ostajali bolj in dalj časa zdravi.

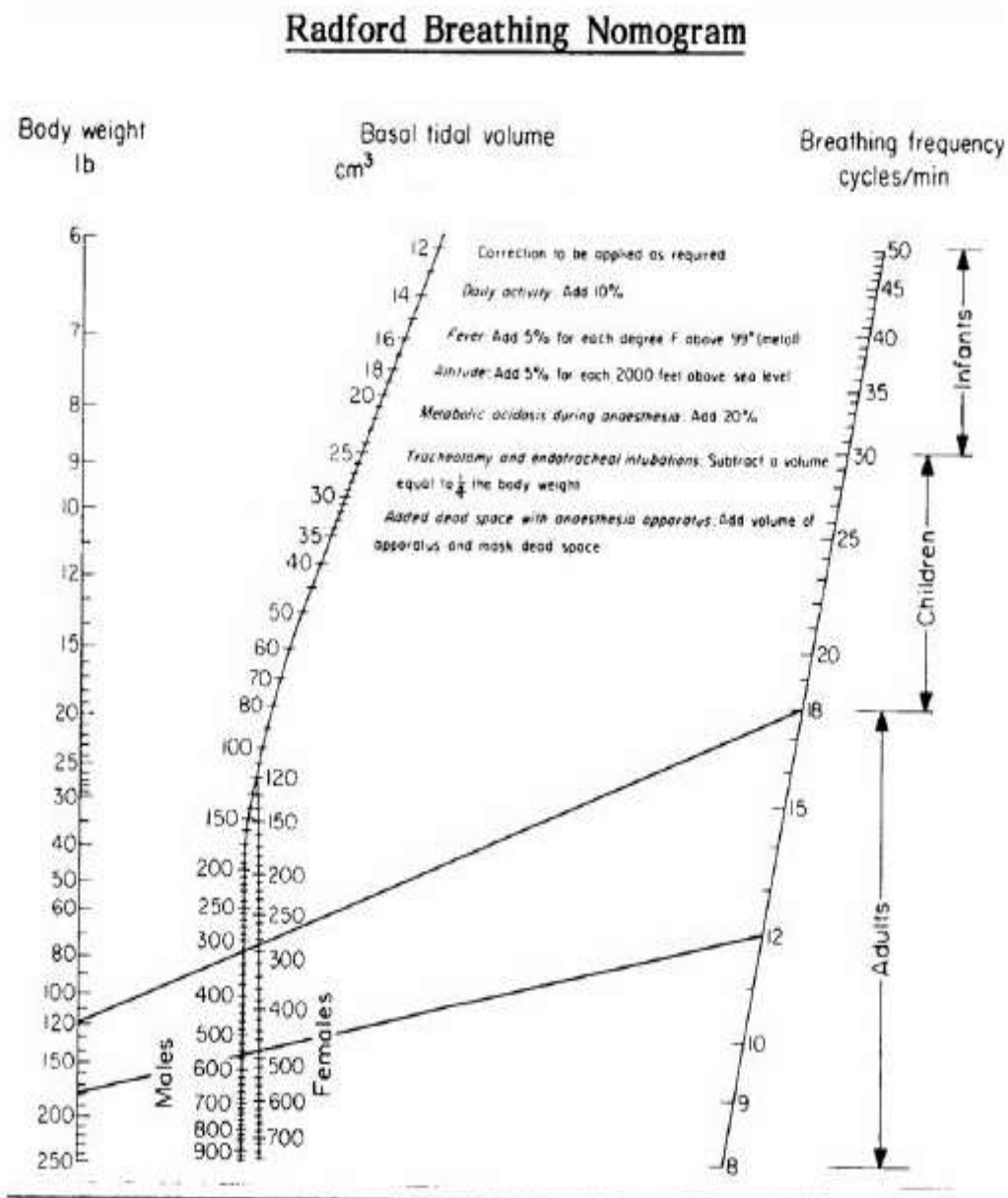
Raziskava je pokazala, da bi že s preprostimi meritvami lahko predvidevali odzivnost telesa v različnih okoliščinah. Če bi med osnovne meritve, vključili še meritev pulza, ki ga sama zaradi množičnosti nisem mogla izmeriti, bi dobili še več med seboj odvisnih podatkov.

Predlagam tudi, da bi te podatke vnesli na začetek zdravstvenih kartonov vsakega posameznika. Zdravniki bi se tako lažje in bolje odločali za načine zdravljenja.

9. PRILOGE

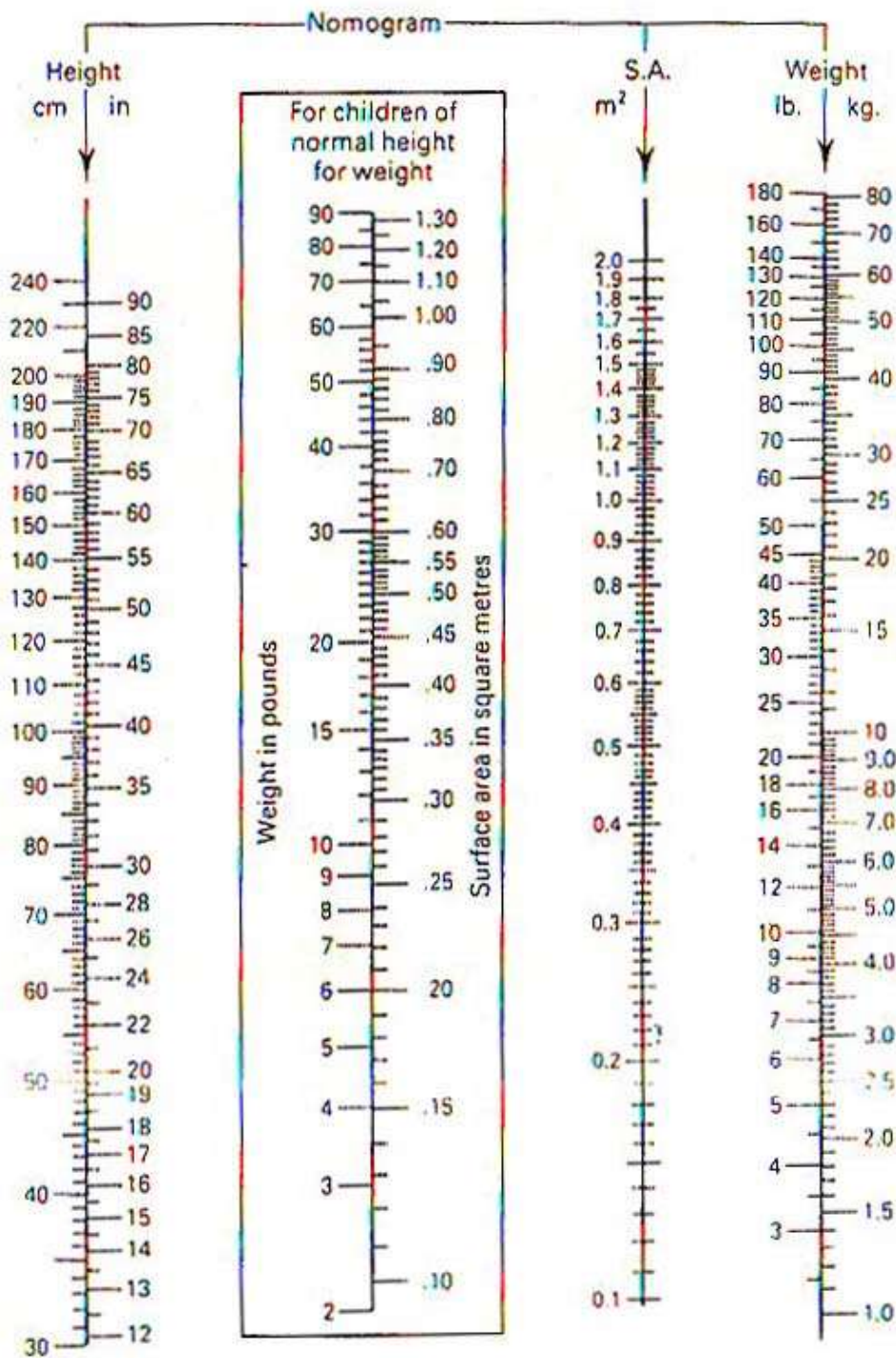
Priloga 1: Nomogram porabe kisika (Vir: *Respiratoryupdate – Radford Breathing Nomogram*. Pridobljeno dne 12. 10. 2013. Dostopno na naslovu:

<http://www.respiratoryupdate.com/members/images/1142a.JPG>)



Reprinted with permission from Radford, E.P.: *J. of Appl. Physiol.* 7:451, 1955.

Priloga 2: Nomogram telesnih površin (Vir: *Childspecialistgurgaon – Nomogram za telesno površino*. Pridobljeno dne 12. 10. 2013. Dostopno na: <http://www.childspecialistgurgaon.com/images/12.jpg>)



Priloga 3: Preglednica meritev in izračunov za drugošolce

učenec	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	število učencev, ki jih rado zebe	število učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
1	24,0	52,9	131,0	27	30	36,7	37,5	-	0,95	157,600	165,800	ne	ne	0,130
2	27,0	59,5	133,1	23	17	35,5	36,7	37,3	1,01	194,000	191,900	ne	da	0,160
3	23,0	50,7	126,0	20	30	-	36,5	37,0	0,91	181,900	200,400	ne	da	0,150
4	29,0	63,9	135,0	15	25	-	36,7	37,7	1,05	254,600	241,800	da	ne	0,210
5	29,0	63,9	132,0	17	24	-	36,6	36,7	1,04	254,600	245,800	da	da	0,210
6	32,0	70,5	135,0	18	23	-	37,1	36,7	1,10	242,500	220,900	da	ne	0,200
7	22,0	48,5	122,5	18	24	-	36,6	37,3	0,87	194,000	222,300	ne	ne	0,160
8	28,0	61,7	132,0	20	25	36,3	36,9	36,8	1,02	218,200	213,800	ne	da	0,180
9	22,0	48,5	122,5	18	24	0	36,5	37,2	0,87	194,000	222,300	da	da	0,160
10	25,0	55,1	129,0	20	28	35,7	36,5	37,2	0,96	194,000	202,800	ne	ne	0,160
11	32,0	70,5	132,0	18	21	-	36,2	36,7	1,08	278,900	258,200	da	ne	0,230
12	30,0	66,1	130,5	18	22	35,5	36,8	36,9	1,04	242,500	232,700	ne	ne	0,200
13	28,0	61,7	128,5	18	20	35,6	36,8	37,1	1,00	230,300	230,200	ne	ne	0,190
14	30,0	66,1	130,5	20	24	-	36,7	36,9	1,04	230,300	221,000	ne	ne	0,190
15	21,0	46,3	121,5	20	21	36,3	36,9	36,8	0,85	181,900	213,900	ne	ne	0,150
16	31,0	68,3	132,1	23	30	35,8	37,1	37,2	1,07	194,000	181,900	da	ne	0,160
17	30,0	66,1	137,1	22	26	-	36,9	36,7	1,08	230,400	213,300	da	ne	0,190
18	26,0	57,3	131,7	20	28	-	36,9	36,8	0,99	194,000	196,500	ne	da	0,160
19	24,0	52,9	125,2	19	22	-	36,6	36,5	0,92	194,000	210,900	ne	da	0,160
20	25,0	55,1	128,3	19	25	-	36,8	36,7	0,95	206,100	216,300	da	da	0,170
21	30,0	66,1	130,2	20	24	36,75	36,7	36,7	1,04	242,500	233,000	ne	ne	0,200
22	27,0	59,5	129,2	15	16	-	36,9	36,6	0,99	254,600	257,400	ne	ne	0,210
23	28,0	61,7	134,4	12	20	36,4	36,7	36,1	1,03	327,400	316,600	ne	ne	0,270

Priloga 3 (nadaljevanje): Preglednica meritev in izračuni za drugošolce

učenec	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	število učencev, ki jih rado zebe	število učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
24	21,0	46,3	124,8	21	30	35,4	37,0	37,3	0,87	169,800	195,700	da	ne	0,140
25	22,0	48,5	134,6	15	25	35,9	37,0	36,7	0,93	157,600	168,700	da	ne	0,130
26	21,0	46,3	117,9	27	30	-	36,7	36,6	0,83	145,500	174,900	ne	ne	0,120
27	27,0	59,5	129,7	19	24	35,4	36,6	37,1	0,99	218,300	219,900	da	ne	0,180
28	30,0	66,1	133,7	14	17	-	36,6	36,6	1,06	286,800	274,400	ne	ne	0,240
29	22,0	48,5	123,6	17	18	36,4	37,1	36,7	0,88	206,100	234,700	ne	ne	0,170
30	20,0	44,0	122,7	16	22	-	36,7	37,2	0,84	206,100	245,700	da	ne	0,170
31	28,0	61,7	136,6	20	20	-	37,0	36,7	1,05	230,400	220,200	da	ne	0,190
32	25,0	55,1	129,0	22	18	-	37,2	37,2	0,96	194,000	189,500	ne	ne	0,160
33	21,0	46,3	123,0	19	28	36,7	37,4	37,2	0,86	169,700	197,800	ne	ne	0,140
34	24,0	52,9	128,0	18	24	-	37,4	37,2	0,93	218,300	233,400	ne	da	0,180
35	26,0	57,3	121,6	24	25	-	37,1	37,2	0,93	169,600	182,200	ne	ne	0,140
36	33,0	72,7	132,4	16	28	-	36,9	36,7	1,10	278,800	254,300	da	ne	0,230
37	26,0	57,3	124,5	18	20	-	36,9	37,2	0,95	230,800	243,000	ne	ne	0,190
38	22,0	48,5	126,7	15	19	-	37,5	37,5	0,89	230,400	257,600	ne	ne	0,190
39	21,0	46,3	121,5	18	26	-	36,5	37,1	0,85	194,000	228,100	ne	ne	0,160
40	25,0	55,1	127,7	18	24	-	36,9	37,3	0,95	218,300	229,900	ne	ne	0,180
41	37,0	81,6	133,5	17	27	-	37,1	35,9	1,16	303,100	274,300	ne	ne	0,250
42	23,0	50,7	123,5	25	30	-	36,7	37,3	0,89	169,600	189,800	ne	ne	0,140
43	25,0	55,1	127,5	24	24	-	36,8	36,4	0,95	181,900	191,700	ne	ne	0,150
44	35,0	77,2	127,4	18	25	-	37,2	36,7	1,09	266,800	243,900	da	ne	0,220
45	31,0	68,3	127,8	14	21	-	36,5	36,7	1,04	303,100	291,200	ne	ne	0,250
46	25,0	55,1	125,5	18	22	-	36,4	37,3	0,94	218,300	232,800	ne	ne	0,180

Priloga 3 (nadaljevanje): Preglednica meritve in izračuni za drugošolce

učenec	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	število učencev, ki jih rado zebe	število učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
47	25,0	55,1	135,3	15	20	-	36,7	37,3	0,99	242,500	244,900	ne	da	0,200
48	22,0	48,5	120,5	20	20	-	36,5	-	0,86	181,900	210,900	ne	ne	0,150
49	26,0	57,3	129,0	20	25	-	36,6	-	0,97	206,100	211,900	ne	ne	0,170
povprečje	26,2	57,8	128,5	20	26	36,0	36,8	36,9	0,97	218,200	223,500	15	10	0,196

Priloga 4: Preglednica meritev in izračunov za devetošolce

učenec	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	število učencev, ki jih rado zebe	število učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
1	38,0	83,7	153,0	20	30	-	37,4	36,7	1,29	266,800	206,300	da	da	0,220
2	0,0	154,9	0,0	16	22	-	37,1	37,4	0	485,000	0,000	ne	ne	0,400
3	58,5	128,9	167,5	25	27	-	36,3	36,1	1,66	363,700	219,300	ne	ne	0,300
4	48,0	105,8	167,5	26	0	-	36,9	36,1	1,53	291,000	190,800	ne	ne	0,240
5	73,0	160,9	171,0	19	23	-	36,9	36,2	1,85	485,000	262,100	ne	da	0,400
6	83,0	182,9	174,5	19	23	-	36,5	37,1	1,98	497,100	250,700	ne	ne	0,410
7	40,0	88,2	155,5	12	16	-	36,7	37,3	1,34	424,400	317,300	ne	da	0,350
8	40,0	88,2	164,0	20	26	-	37,0	36,5	1,39	291,000	209,400	da	ne	0,240
9	65,0	143,3	163,5	0	36	-	37,6	-	1,70	0,000	0,000	ne	ne	0,0
10	70,0	154,3	172,2	16	20	36,5	37,7	34,3	1,83	497,100	272,200	ne	ne	0,410
11	88,0	194	180,5	17	0	-	37,7	-	2,08	606,300	291,000	ne	ne	0,500
12	50,0	110,2	165,0	13	22	-	37,3	36,7	1,53	472,900	308,000	ne	ne	0,390
13	60,0	132,3	172,0	19	18	36,8	37,2	35,5	1,71	424,400	248,300	da	ne	0,350
14	62,0	136,7	178,5	15	20	-	0	36,8	1,78	472,900	265,500	da	ne	0,390
15	59,0	130,1	174,1	14	22	-	37,2	37,1	1,71	485,000	283,200	ne	da	0,400
16	50,0	110,2	155,4	0	20	-	37,7	36,7	1,47	388,000	264,000	ne	ne	0,320
17	90,0	198,4	175,3	18	24	36,2	36,7	36,1	2,06	606,300	294,400	ne	ne	0,500
18	79,0	174,2	179,0	11	22	-	36,8	-	1,98	727,500	367,800	da	da	0,600
19	45,0	99,2	159,0	13	22	36,5	37,2	36,5	1,43	388,000	271,500	da	ne	0,320
20	84,0	185,2	182,0	10	18	-	37,0	36,9	2,05	751,800	365,900	ne	ne	0,620
21	47,0	103,6	159,0	11	18	36,8	37,2	36,2	1,46	485,000	333,200	da	ne	0,400

Priloga 4 (nadaljevanje): Preglednica meritve in izračuni za devetošolce

učenec	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	število učencev, ki jih rado zebe	število učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
22	45,0	99,2	155,0	10	18	-	37,0	35,3	1,40	890,000	375,600	da	ne	0,420
23	60,0	132,3	165,0	0	20	35,9	0	34,7	1,66	485,000	292,400	ne	da	0,400
24	54,0	119,1	183,0	13	20	-	37,4	-	1,71	497,100	290,800	da	ne	0,410
25	55,0	121,3	157,5	13	25	-	36,9	-	1,55	472,900	305,900	da	da	0,390
26	58,0	127,8	173,5	14	21	36,2	36,8	-	1,70	472,900	278,900	ne	ne	0,390
27	55,0	121,3	180,0	15	30	-	36,9	-	1,70	460,800	270,600	ne	ne	0,380
28	49,0	108,3	160,0	12	20	36,5	37,1	-	1,49	460,800	309,600	da	ne	0,380
29	52,0	114,6	170,2	13	19	-	36,5	-	1,60	388,000	243,000	da	ne	0,320
30	52,0	114,6	172,5	13	21	35,9	36,5	-	1,61	388,000	240,700	ne	ne	0,320
31	51,0	112,4	154,0	13	20	-	37,2	-	1,47	388,000	263,500	da	ne	0,320
32	77,0	196,7	167,0	12	25	36,5	37,1	-	1,86	690,400	371,500	ne	ne	0,570
33	54,0	119,1	173,0	13	23	36,5	36,9	-	1,64	485,000	295,500	ne	ne	0,400
34	62,0	136,7	170,0	15	25	-	36,8	-	1,72	472,900	275,100	ne	da	0,390
35	44,0	97	152,5	13	21	-	36,5	-	1,37	509,300	274,200	ne	ne	0,320
36	58,0	127,9	166,0	13	20	-	37,1	-	1,64	890,000	310,100	ne	da	0,420
Povprečje	57,1	130,9	163,0	15,0	22,3	36,4	37,0	36,3	1,66	457,700	274,700	13	9	0,388

Priloga 5: Preglednica meritev in izračuni za učence, ki zbolijo več kot dvakrat na leto

razred	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	Število učencev, ki zbolijo več kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
2.	25,0	55,7	129,4	19	24	35,9	36,7	37	0,96	209,700	217,600	10	0,179
9.	58,0	128,4	156,7	13	23	35,9	36,9	36,4	1,64	481,000	291,200	9	0,39

Priloga 6: Preglednica meritev in izračuni za učence, ki zbolijo manj kot dvakrat na leto

razred	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	Število učencev, ki zbolijo manj kot 2x na leto	volumen O ₂ (L/ kg min)
2.	26,5	58,4	128,3	19	24	36,0	36,8	36,0	0,97	220,100	225,000	39	0,182
9.	56,7	131,8	168,3	14,5	22,1	36,4	37,0	36,3	1,66	467,300	279,600	27	0,385

Priloga 7: Preglednica meritev in izračuni za učence, ki imajo občutek, da jih rado zebe

razred	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	število učencev, ki jih rado zebe	volumen O ₂ (L/ kg min)
2.	27,7	61,1	130,8	18	24,8	35,6	36,8	36,9	1,01	225,527	223,260	15	0,186
9.	52,1	114,8	164,9	14	21	36,6	37,0	36,2	1,56	443,372	283,877	13	0,366

Priloga 8: Preglednica meritev in izračunov za učence, ki nimajo občutka, da jih rado zebe

razred	masa (kg)	masa (lb)	višina (cm)	frekvenca pljučnega dihanja pred aerobno vajo (/min)	frekvenca pljučnega dihanja po aerobni vaji (/min)	bazalna temp. (°C)	temp. pred aerobno vajo (°C)	temp. po aerobni vaji (°C)	površina telesa (m ²)	poraba energije pred aerobno vajo (kJ/h)	metabolizem pred aerobno vajo (kJ/h)	Število učencev, ki nimajo občutka, da jih rado zebe	volumen O ₂ (L/ kg min)
2.	25,6	56,4	127,5	19	23	36,1	36,8	36,9	0,96	214,918	223,500	34	0,177
9.	59,9	140,0	169,3	15,6	22,8	36,2	37,0	36,3	1,70	487,300	282,300	23	0,401

Priloga 9: Izjava za pridobitev soglasja za učence sodelujoče v raziskavi

Datum: 11. 9. 2013

Spoštovani starši!

Raziskovalno delo osnovnošolcev je zahtevna naloga za katero se odločajo le redki. Učenka je izbrala zanimivo temo, vendar jo lahko izvede le z vašim dovoljenjem, s katerim bo lahko eksperimentalno določila izbrane parametre. Prosim vas, da za vašega otroka podpišete spodnjo izjavo in ji tako omogočite njeno delo.

Lepo vas pozdravljam.

Mentorica

Spoštovani!

Sem učenka osnovne šole in v tem šolskem letu pripravljam raziskovalno nalogo na temo metabolizem človeka. V okviru naloge bom merila telesno temperaturo in maso, višino in spremljala frekvenco dihanja v mirovanju in po lažji telesni obremenitvi. Vsi rezultati bodo anonimni. Prosim, če mi s spodnjo izjavo dovolite, da se vaš otrok vpiše v populacijo raziskovanih.

Lep pozdrav.

Avtorica naloge

Izjava

Dovoljujem, da moj otrok _____ (ime in priimek) sodeluje v raziskovalni nalogi Metabolizem človeka.

Podpis starša: _____

10. VIRI IN LITERATURA

10.1 Literatura

- Alberts, B. et al. *Essential cell biology*. 3. Natis. New York, Garland Science, 2010. ISBN 978-0-8153-4129-1
- Greenwood, T. et al. *Biologija za gimnazije*. 3. izdaja. Ljubljana, Modrijan, 2010. ISBN 078-961-241-224-1
- Schmidt, R.F. in Thews G. *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage. New York, Springer Verlag Heidelberg, 1997

10.2 Elektronski viri

- *Cenim.se – Bazalni metabolizem*. Pridobljeno dne 25. 12. 2013. Dostopno na naslovu: <http://www.cenim.se/hujsanje/bazalni-metabolizem/>
- *Tekplus – maksimalna poraba kisika*. Pridobljeno dne 8. 12. 2013. Dostopno na naslovu: <http://www.tekplus.si/maksimalna-poraba-kisika-vo2-max/>
- *Wikipedia – Nomogram*. Pridobljeno dne 21. 1. 2014. Dostopno na naslovu: <http://en.wikipedia.org/wiki/Nomogram>
- *Wikipedija – Presnova*. Pridobljeno dne 21. 1. 2014. Dostopno na naslovu: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Presnova>
- *Tekplus – Maksimalna poraba kisika*. Pridobljeno dne 8. 12. 2013. Dostopno na naslovu: <http://www.tekplus.si/maksimalna-poraba-kisika-vo2-max/>

10.3 Viri slik

- *Childspecialistgurgaon – Nomogram za telesno površino*. Pridobljeno dne 12. 10. 2013. Dostopno na naslovu: <http://www.childspecialistgurgaon.com/images/12.jpg>
- *Matrix world – mitohondrij*. Pridobljeno dne 21.1.2014. Dostopno na naslovu: http://matrixworldhr.files.wordpress.com/2012/03/mitochondria-350_tcm18-189785.jpg
- *Respiratoryupdate – Radford Breathing Nomogram*. Pridobljeno dne 12. 10. 2013. Dostopno na naslovu: <http://www.respiratoryupdate.com/members/images/1142a.JPG>
- *Svarog - Živalska celica*. Pridobljeno dne 20. 1. 2014. Dostopno na naslovu: http://mss.svarog.si/biologija/MSS/index.php?page_id=11707
- *Wikipedija – Molekula ATP*. Pridobljeno dne 19 .2. 2014. Dostopno na naslovu: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Adenozin_trifosfat.JPG