

# TJELESNA AKTIVNOST I PUŠENJE-UTJECAJ NA DIŠNI SUSTAV KOD ADOLESCENATA

---

Česir, Rea

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:216562>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Rea Česir

TJELESNA AKTIVNOST I PUŠENJE- UTJECAJ NA DIŠNI SUSTAV KOD  
ADOLESCENATA

Diplomski rad

Rijeka, 2020.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Rea Česir

PHYSICAL ACTIVITY AND SMOKING- INFLUENCE ON RESPIRATORY SYSTEM OF  
ADOLESCENTS

Final work

Rijeka, 2020.

Mentor rada: dr.sc. Hrvoje Vlahović, prof. reh.

Diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u Rijeci na Fakultetu zdravstvenih studija pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## Izvješće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

<b>Sastavnica</b>	<b>Sveučilište u Rijeci</b>
<b>Studij</b>	Sveučilišni diplomski studij fizioterapije
<b>Vrsta studentskog rada</b>	Diplomski rad
<b>Ime i prezime studenta</b>	Rea Česir
<b>JMBAG</b>	

Podatci o radu studenta:

<b>Naslov rada</b>	<b>Tjelesna aktivnost i pušenje- utjecaj na dišni sustav kod adolescenata</b>
<b>Ime i prezime mentora</b>	dr.sc. Hrvoje Vlahović, prof. reh.
<b>Datum predaje rada</b>	
<b>Identifikacijski br. podneska</b>	
<b>Datum provjere rada</b>	
<b>Ime datoteke</b>	
<b>Veličina datoteke</b>	
<b>Broj znakova</b>	
<b>Broj riječi</b>	
<b>Broj stranica</b>	

Podudarnost studentskog rada:

<b>Podudarnost (%)</b>	

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

<b>Mišljenje mentora</b>	
<b>Datum izdavanja mišljenja</b>	
<b>Rad zadovoljava uvjete izvornosti</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti</b>	<input type="checkbox"/>

**Obrazložnje mentora  
(po potrebi dodati  
zasebno)**

Datum

Potpis mentora

---

---

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	6
1. UVOD .....	8
1.1. Karakteristike i sastav duhanskog dima .....	9
1.2. Anatomija dišnog sustava.....	12
1.2.1. Nos, nosna šupljina i paranazalni sinusi.....	12
1.2.2. Ždrijelo, grkljan, grkljanske hrskavice, grkljanski poklopac i grkljanska šupljina .....	13
1.2.3. Dušnik i dušnice .....	13
1.2.4. Poplućnica, pluća i dušično stablo.....	14
1.3. Fiziologija disanja.....	16
1.4. Mehanika disanja i plućna ventilacija .....	16
1.5. Djelovanje duhanskog dima na dišni sustav .....	19
1.6. Tjelesna aktivnost i pušenje.....	22
1.7. Utjecaj treninga na respiracijski sustav .....	24
1.8. Sport i pušenje .....	24
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	26
3. ISPITANICI I METODE .....	27
3.1. Ispitanici .....	27
3.2. Metode .....	27
3.2.1. Mjerenje plućne funkcije .....	27
3.2.2. Plućni volumeni .....	28
3.2.3. Plućni kapaciteti.....	29
3.2.4. Uporaba kratica i simbola u spirometrijskom mjerenju.....	31
3.2.5. Računalna oprema MicroLab 3300 Spirometer Mk4, Micro Direct, Inc., Lewiston, SAD.....	32
3.2.6. Programska podrška MicroLab spirometra.....	33

3.2.7. Izvješće MicroLab spirometrijskog mjerenja .....	35
3.3. Etički aspekti istraživanja.....	36
3.4. Statistička obrada podataka .....	36
4. REZULTATI.....	37
4.1. Sudionici istraživanja .....	37
4.2. Rezultati empirijskog istraživanja .....	37
5. RASPRAVA.....	43
6. ZAKLJUČAK .....	47
7. SAŽETAK.....	48
8. LITERATURA.....	52
9. PRILOZI.....	61
10. KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA .....	63



## 1. UVOD

Pušenje je najkraće rečeno udisanje dima zapaljenog duhanskog lišća. Otkrićem Amerike duhan pa tako i uživanje duhana proširilo se po cijelom svijetu. Tvornička proizvodnja cigareta i dobra promidžba pridonijeli su masovnom širenju pušenja, a razvitkom industrijske proizvodnje cigareta pušenje se pandemijski proširilo svijetom i postalo jednim od najvećih javno zdravstvenih problema. Duhan donosi sigurne profite proizvođačima, prerađivačima trgovcima i državama i zato se sve do danas održao kao vrlo unosna industrijska biljka. Od donošenja duhana u Europu stavovi prema konzumaciji duhana bili su različiti- od toga da ga se smatralo lijekom za brojne bolesti do činjenice da se pušenje kažnjavalo. U prvim desetljećima 20. stoljeća pušenje je postalo društveno prihvatljivom navikom.

S obzirom na to da je pušenje, pogotovo među mladima, postalo globalni javno zdravstveni problem, pitanje je koliko ono zapravo utječe na mladi organizam koji je još uvijek u fazi razvoja. Brojna istraživanja potvrđuju neospornu štetnost duhanskog dima na tijelo u razvoju (1). U brojnoj literaturi spominje se kako je pušenje vodeći uzrok smrtnosti u svijetu (2), a procjenjuje se da u svijetu duhanske proizvode konzumira više od zapanjujućih 1.3 milijarda ljudi, od kojih je čak 80% iz zemalja s niskim ili srednjim dohotkom (3).

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) od posljedica pušenja u svijetu godišnje umire oko 8 milijuna ljudi, a uslijed posljedica štetnog djelovanja duhana svakih 8 sekunda u svijetu umire jedan čovjek. Osim za pušače, duhanski dim može biti smrtonosan i za nepušače tzv. pasivne pušače. Od neposredne izloženosti duhanskom dimu godišnje umire 1.2. milijuna pasivnih pušača, od kojih je gotovo polovica djece koja udišu zrak zagađen duhanskim dimom (4).

Ako pogledamo samo malo dalje od štetnih utjecaja na zdravlje, ukupni troškovi učinka duhanskog dima na zdravlje (zajedno s zdravstvenim izdacima i gubicima produktivnosti radnika) prelaze oko 1.4 trilijuna američkih dolara godišnje, što je od prilike 1,8% svjetskog godišnjeg bruto domaćeg proizvoda (BDP) (5).

Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo u Hrvatskoj je svaka treća odrasla osoba aktivni konzument duhanskih proizvoda, a procjenjuje se da u Hrvatskoj od posljedica pušenja godišnje umire oko 14.000 ljudi (6). Prema rezultatima svjetskog istraživanja o uporabi duhana u

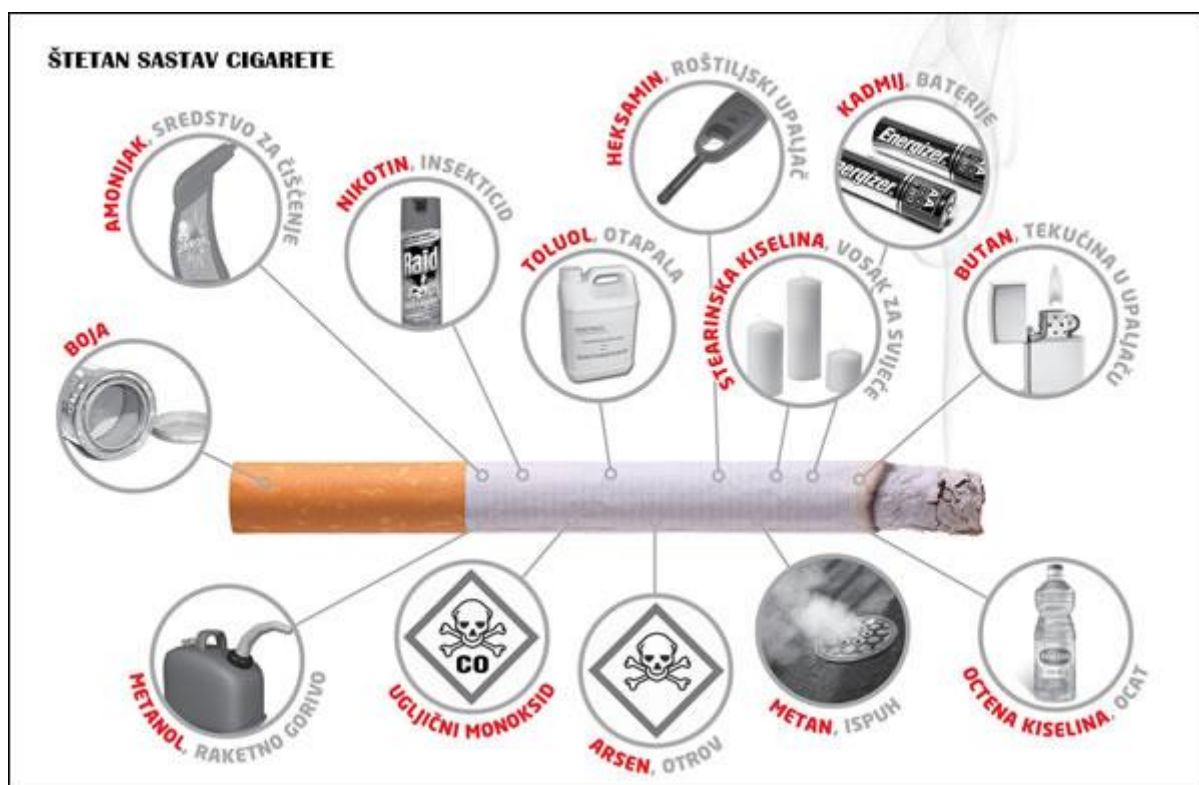
mladih (*Global Youth Tobacco Survey- GYTS*), iz 2016. u Republici Hrvatskoj 60% učenika u dobi od 13-15 godina živi u domu gdje drugi puše, a 61% njih su bili izloženi duhanskom dimu u bilo kojem zatvorenom javnom prostoru (7). Istovremeno, uz sve veći porast konzumacije duhanskih proizvoda među mladima, sve je veći porast i tjelesne neaktivnosti, kao i broja mladih koji svoje slobodno vrijeme provode pred ekranima. Znanstvenici tjelesnu neaktivnost nazivaju pandemijom 21. stoljeća, a procjenjuje se kako je upravo tjelesna neaktivnost četvrti vodeći uzrok smrtnosti u svijetu (8). Povezanost između tjelesne neaktivnosti, sjedilačkog načina života i kvalitete zdravlja života djece i adolescenata su uglavnom pronađeni kod onih mladih ljudi s kroničnim bolestima (9).

### *1.1. Karakteristike i sastav duhanskog dima*

Botanika, biološka znanost koja se bavi proučavanjem bilja, je duhan svrstala u rod biljaka iz porodice *Solanaceae* u koju, uz još neke, također spadaju rajčica i krumpir. Duhan, latinski *Nicotiana tabacum* ili *Nicotiana rustica*, je alkaloid nikotin, kojeg biljka duhana proizvodi u korijenu, a odlaže ga u listovima. Duhan je jednogodišnja biljka, koja može izrasti do visine od oko dva metra. Jedna od brojnih legendi vezanih uz duhan kaže da “duhan sadrži otrov zmije i blagost sveca” (10).

Niti jedan opijat nije povezan s tako širokim spektrom čimbenika koji potiču ovisnost kao što to čini nikotin. Ovisnost o nikotinu smatra se čak i težom ovisnošću od one o teškim drogama. Sam duhanski dim sadrži preko 4000 različitih kemijskih sastojaka (11). U nepušača, doza od 5 mg može uzrokovati simptome akutnog otrovanja, a pojedinačna letalna doza iznosi 40 do 60 mg nikotina. S jednom konzumiranom cigaretom resorbira se oko 1,5 - 2,5 mg nikotina, koji se u organizmu relativno brzo razgrađuje, pa pušač tijekom dana može konzumirati veće količine nikotina bez znakova otrovanja. Djelovanjem nikotina na nadbubrežnu žlijezdu oslobađa se adrenalin i noradrenalin, što dovodi do povećanja frekvencije srca, stiskanja malih krvnih žila i povišenja krvnog tlaka. Također, nikotin u malim dozama potiče, a u velikim inhibira živčane impulse. (12). Duhanski dim sadrži i iritanse koji dovode do pojačanog stvaranja sluzi, oštećenja funkcije cilijarnog epitela i sužavanja bronhiola, a u konačnici i do razvoja mnogobrojnih plućnih bolesti (13).

Jedan od štetnih sastojaka duhanskog dima jest i ugljikov monoksid (CO) koji se 200 puta brže veže uz hemoglobin nego kisik. U pušača, 10 do 15% hemoglobina može biti vezano s CO, što znatno smanjuje opskrbu organizma kisikom, a osobito je štetno za osobe sa srčanim bolestima (14). Pušenje znatno utječe i na reproduktivno zdravlje, kao i na probavni sustav. Za pedesetak sastojaka duhanskog dima dokazano je da imaju kancerogeno djelovanje od kojih je najštetniji katran. Pluća osobe koja puši kutiju cigareta dnevno, što iznosi ukupno 20 popušanih cigareta, izgledaju kao da svake godine po svojim plućima polije od prilike šalicu katrana (14). Katran se u plućima kondenzira u ljepljivu masu, a ostali štetni sastojci cigarete prikazani su na slici 1.



Slika 1. Štetan sastav cigarete

Izvor: Zavod za javno zdravstvo "Sveti Rok" Virovitičko - podravske županije

Danas se smatra da je pušenje glavni rizični čimbenik za razvoj karcinoma bronha i pluća, grkljana, ždrijela, usne šupljine, jednjaka, bubrega, mokraćnog mjehura i gušterače. Rak vrata grlića maternice i neki oblici leukemije također su češći u pušača (15).

Pušački ili duhanski dim plinovita je smjesa raznih kemijskih tvari koja nastaje nepotpunim izgaranjem suhog duhanskog lišća na temperaturi od 835 do 884 °C, u uvjetima siromašnim kisikom i bogatim vodikom. Jedan kubni centimetar duhanskog dima sadrži oko 600 000 čestica pepela, aerosola, pare i drugih tvari. Sagorijevanjem jedne cigarete nastane oko 2 litre dima. U duhanskom su dimu brojne skupine organskih spojeva kao ugljikovodici, alkoholi, aldehidi, fenoli, eteri, ketoni, esteri, kinoni, nitriti, alkaloidi, organski spojevi sumpora, razni anorganski spojevi bakra, željeza, olova, mangana, nikla, kadmija, molibdena, ugljika, cijanovodika i drugih. Najštetniji sastojci duhanskog dima su katran, nikotin i ugljični monoksid (16).

Sastojci duhanskog dima u postocima, prikazani su u tablici 1.

*Tablica 1. Sastojci duhanskog dima*

<b>Vrsta tvari</b>	<b>Postotak</b>
Dušik	55%
Ugljikov dioksid	14%
Kisik	13%
Nikotin	0,6- 15%
Ugljikov monoksid	5%
Policiklički aromatski ugljikovodici	0,5%
Metali/ kadmij, olovo, arsen	0,2%
Cijanovodik	0,1%

*Izvor: Hrabak-Žerjavić, V., Kralj, V. (2007.) Pušenje- čimbenik rizika za zdravlje (17)*

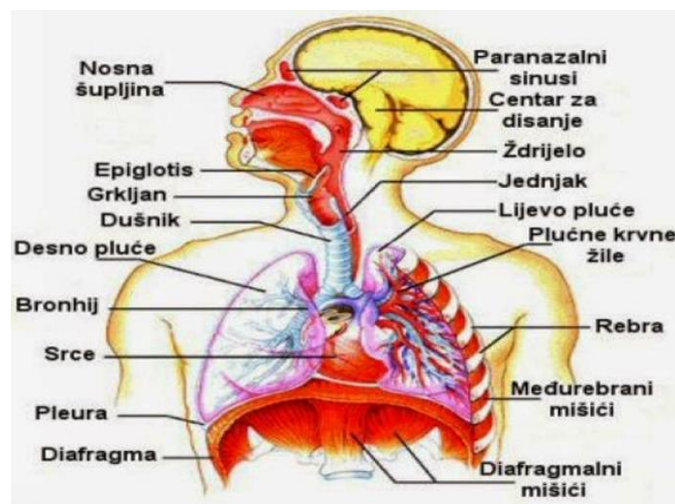
Duhanski dim štetno utječe i na pasivne pušače, odnosno nepušače koji borave u zadimljenom prostoru i prisilno udišu duhanski dim. Rizik od raka bronha i pluća je 30-35 % veći u nepušača koji su bili izloženi duhanskom dimu u odnosu na nepušače koji nisu bili izloženi, dok se rizik od umiranja od koronarnih bolesti procjenjuje na 25% (18).

Udisanje duhanskog dima (pasivno pušenje) u dojenčadi i male djece dovodi do učestalijeg bronhitisa, upale pluća, astme, ali i drugih bolesti dišnog sustava i smanjene plućne funkcije te akutne i kronične upale srednjeg uha (18).

## 1.2. Anatomija dišnog sustava

Kako bismo lakše i bolje razumjeli koliku štetu duhanski dim zapravo nanosi ljudskom organizmu prisjetit ćemo se najvažnijih anatomskih struktura i fizioloških karakteristika dišnog sustava. Dišni sustav, *apparatus respiratorius* je sustav organa kojemu je primarna funkcija izmjena plinova odnosno disanje. Sastoji se od dva dijela: provodni (konduktivni) i dišni (respiratorni) dio. U provodni dio ubrajaju se: nos (*lat. nasis* -vanjski nos i nosna šupljina- *cavitas nasi*), ždrijelo (*lat. pharynx*), grkljan (*lat. larynx*), dušnik (*lat. trachea*) i dušnice (*lat. bronchi*). Dišni dio čine pluća, *pulmones* (19). Anatomske strukture dišnog sustava detaljnije su prikazane na slici 2.

Provodni dio dišnog sustava izrasta tijekom embrionalnog razvoja iz probavne cijevi što objašnjava njihovu povezanost i sudjelovanje ždrijela u provođenju zraka do pluća. Zrak obično prolazi kroz nos, potom kroz nosni i srednji dio ždrijela te grkljan, ali čovjek može disati i na usta.



Slika 2. Prikaz anatomskih struktura dišnog sustava  
Izvor: Zdravstvena njega bolesnika s KOPB-om (20)

### 1.2.1. Nos, nosna šupljina i paranasalni sinusi

Nos (*lat. nasus*) je početni dio dišnog sustava. Razlikujemo vanjski nos (*lat. nasus externus*), nosnu šupljinu (*lat. cavitas nasi*) i paranasalne sinuse (*lat. sinus paranasales*). Vanjski nos ima oblik trostrane piramide čija baza (*lat. radix nasi*), leži na licu i prelazi na obraze. Vrh nosa (*lat. apex*

*nasi*), slobodan je i okrenut prema dolje i naprijed. Na donjoj strani nosa nalaze se dva jajolika otvora nosnica (*lat. nares*), međusobno odijeljena pokretnim dijelom nosne pregrade (*lat. pares mobilis septi nasi*). Mjesto gdje nos prelazi u čelo naziva se nosnim korjenom (*lat. radix nasi*) (3). Nosna šupljina (*lat. cavitas nasi*), je nosnom pregradom (*lat. septum nasi*), podijeljena u dva prostora. Kroz nosnice (*lat. nares*) nosna šupljina komunicira s vanjskim svijetom, a straga je preko otvora hoana, (*lat. choanae*), povezana s nosnim dijelom ždrijela. Nosnoj je šupljini pridružen niz zračnih prostora u okolnim kostima. Ti se prostori nazivaju paranazalnim sinusima (*lat. sinus paranasales: sinus sphenoidalis, sinus frontalis, sinus maxillaris i sinus ethmoidalis*). Paranazalni se sinusi razvijaju kao izdanci nosne šupljine, i to tek nakon rođenja. Zbog toga svi komuniciraju s nosom a prekriva ih ista sluznica kao i nosnu šupljinu (21).

### 1.2.2. Ždrijelo, grkljan, grkljanske hrskavice, grkljanski poklopac i grkljanska šupljina

Ždrijelo (*lat. pharynx*), je cjevasti organ smješten između usta i jednjaka. Funkcionalno pripada probavnom i dišnom sustavu: zalogaj od ždrijelnog tjesnaca ždrijelom prolazi u jednjak, a zrak od hoana ždrijelom prolazi u grkljan. Ždrijelo seže od lubanjske baze do ravnine koja prolazi donjim rubom prstenaste hrskavice grkljana, odnosno šestim vratnim kralješkom. Grkljan (*lat. larynx*), je dio dišnog sustava koji povezuje ždrijelo i dušnik. Premda provodi zrak, djeluje i kao neka vrsta zaliska koji sprječava ulazak hrane ili stranih predmeta u dišni sustav. Odgovoran je i za fonaciju stvaranje glasa. Leži u prednjem i srednjem dijelu vrata. Proteže se od gornjeg ruba četvrtog do donjeg ruba šestog vratnog kralješka (21).

Građevni temelj grkljana su tri parne i tri neparne hrskavice. Neparne su smještene u medijalnoj ravnini i simetrične su građe. Grkljanski poklopac (*lat. cartilago epiglottica*), je nepravilna trokutasta hrskavica koja pri gutanju zatvara grkljanski ulaz. Vršak poklopca (*lat. petiolus epiglottidis*), šiljat je i vezan za štitastu hrskavicu s vezom (*lat. lig. thyroepiglotticum*). Po sredini je u uzdužnom smjeru zadebljan. Grkljanska se šupljina proteže od ulaska u grkljan (*lat. aditus larynges*), kojim on komunicira sa donjim dijelom ždrijela (*lat. laryngopharings*), do donjeg ruba krikoidne hrskavice, gdje se nastavlja u dušnik (21).

### 1.2.3. Dušnik i dušnice

Dušnik (*lat. trachea*), je dio respiratorne cijevi koji se nalazi između donjeg ruba prstenaste grkljanske hrskavice i mjesta gdje započinju dušnice. Proteže se od šestog vratnog do četvrtog prsnog kralješka. Dušnik ima oblik dugačke široke cijevi. Prosječna je duljina dušnika dvanaest centimetara, a prosječni promjer dva centimetra. Dušnik izgrađuju hijaline trahealne hrskavice

(*lat. cartilagine tracheales*), koje imaju oblik nepotpunih prstenova otvorenih prema natrag. Unutrašnjost dušnika je prekrivena sluznicom (*lat. tunica mucosa*), koja na sebi ima respiratorni epitel. Dušnik se na donjem kraju dijeli u lijevu i desnu glavnu dušnicu (*lat. bronchus principalis dexter et sinister*). Dušnice se međusobno razilaze pod kutom od približno sedamdeset stupnjeva te završavaju u plućnom hilusu. Desna glavna dušnica je kraća i deblja, dok je lijeva dulja i uža. Desna glavna dušnica uglavnom zadržava smjer dušnika, a lijeva je postavljena više vodoravno (22). Dušnice su slično građene kao i dušnik i to tako da desna ima šest do osam, a lijeva devet do dvanaest hrskavičnih prstenova. Dušnice se u plućnom hilusu dijele na manje ogranke i to na stalan način. Na lijevoj strani se glavni bronh dijeli na dva sekundarna ili lobarna bronha, a na desnoj u tri lobarna bronha. Lobarni se bronhi dijele u segmentalne bronhe (*lat. bronchus segmentalis*), koji ulaze u odgovarajući plućni segment (22).

#### 1.2.4. Poplućnica, pluća i dušično stablo

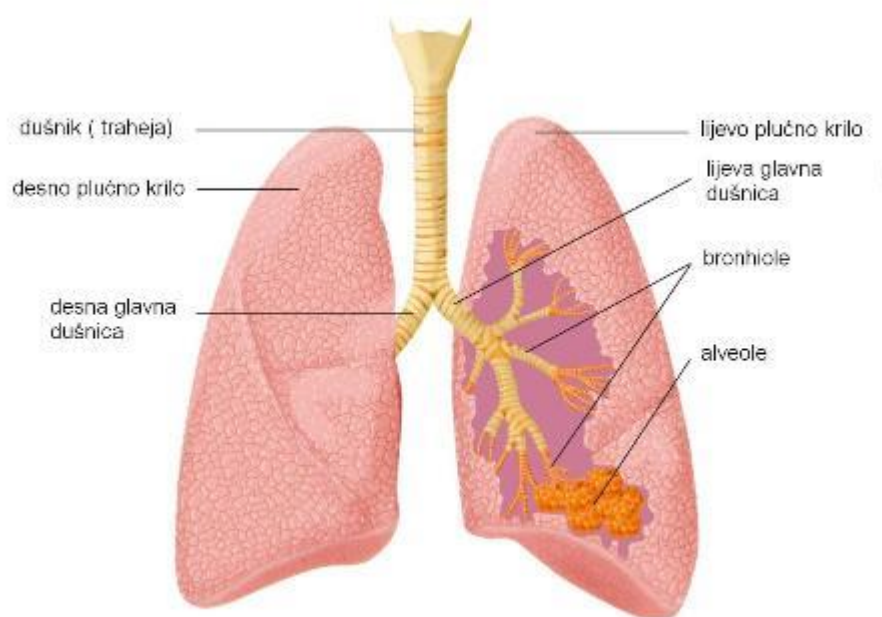
Poplućnica (*lat. pleura*) je tanka i svijetla serozna opna koja presvlači pluća i unutrašnju površinu plućne šupljine (*lat. cavitas thoracis*). Svako je plućno krilo obavijeno svojom pleurom i one nisu u nikakvoj međusobnoj svezi. Između sebe pleure omeđuju središnji prostor plućne šupljine (*lat. mediastinum*). Na pleuri razlikujemo dva lista- visceralni i parijetalni. Pleura visceralis (*s.pulmonalis*) poplućnica presvlači vanjsku površinu pluća, a pleura parijetalis, porebrica, unutrašnju površinu plućnog koša (22).

Pluća (*lat. pulmones*) su glavni organ dišnog sustava. U njemu udahnuti zrak dolazi u dodir s plućnom kapilarnom mrežom, tako da se između tih dvaju sustava izmjenjuju plinovi. Razlikujemo lijevo i desno plućno krilo (*lat. pulmo dexter et sinister*). Serozna opna (*lat. pleura viscelaris*) posve ovija cijelo svako plućno krilo. Površina je pluća zbog toga glatka i sjajna. Pluća su lagana, meka i spužvastog izgleda. Kod čovjeka su vrlo elastična i mogu se stegnuti na oko trećinu svojeg volumena ako se prsni koš otvori. Ako živimo u nezagađenom području sa čistim zrakom, pluća bi trebala bit blijedo ružičaste boje.

Na plućnom krilu razlikujemo tri strane: (*lat. facies diaphragmatica, costalis et mediastinalis*), dva ruba (*lat. margo inferior et anterior*), te vrh (*lat. apex pulmolis*), i bazu (*lat. basis pulmonis*). Lijevo plućno krilo (*lat. pulmo sinister*), nešto je dulje i uže, a desno (*lat. pulmo dexter*), kraće i šire zbog toga što je ošit na desnoj strani postavljen više zbog jetre, a na lijevoj strani se srce i perikard “guraju” u pluća. Desno je plućno krilo veće volumenom i masom od lijevog. Lijevo plućno krilo ima dva režnja (*lat. lobus superior et inferior*), dok desno plućno krilo (*lat. pulmo*

*dexter*) ima tri režnja: (*lat. lobus superior, inferior et medius pulmonis dextri*). Dušnice na plućnim vratima ulaze u pluća, postaju sve tanje te se dalje granaju na lobarne i segmentalne dušnice (*lat. bronchi lobares et segmentales*).

Glavni desni bronh (*lat. bronchus principalis dexter*), dijeli se na tri lobarna bronha: (*lat. bronchus lobares superior dexter, bronchus medius i bronchus lobaris inferior dexter*), dok glavni lijevi bronh (*lat. bronchus principalis sinister*), daje dva lobarna bronha: (*lat. bronchus lobaris superior et inferior sinister*). Svaka lobarna dušnica dalje se dijeli na segmentalne dušnice (*lat. bronchi segmentales*), koje ventiliraju odgovarajuće plućne odsječke (*lat. segmenta bronchopulmonalia*) (22). Broj plućnih segmenata odgovara broju segmentalnih bronha: desno plućno krilo ima deset bronhopulmonalnih segmenata, a lijevo devet jer su dva segmenta u gornjem režnju srasli u jedan. Na slici 3. prikazani su plućni segmenti i segmentne dušnice.



Slika 3. Prikaz plućnih segmenata i segmentnih dušnica

Izvor: Rak pluća- onkologija.hr (23)

U plućnom se segmentu segmentalni bronhi granaju na intrasegmentalne bronhe (*lat. bronchi intrasegmentales*). Intrasegmentalni se bronhi granaju na još manje bronhe (*lat. bronchioli*). Bronhioli se podijele još tri do četiri puta, dok ne nastanu njihovi krajnji ogranci koji služe samo za provod zraka (*lat. bronchioli terminales*). Kad terminalni bronhiol uđe u *acinus*, dijeli se u dvije grane. One u stijenkama imaju male mjehuriće, alveole, koje služe izmjeni plinova. Te grane, koje



služe i za izmjenu plinova i za provođenje zraka nazivamo respiratornim bronhiolama (*lat. bronchioli respiratorii*) (22).

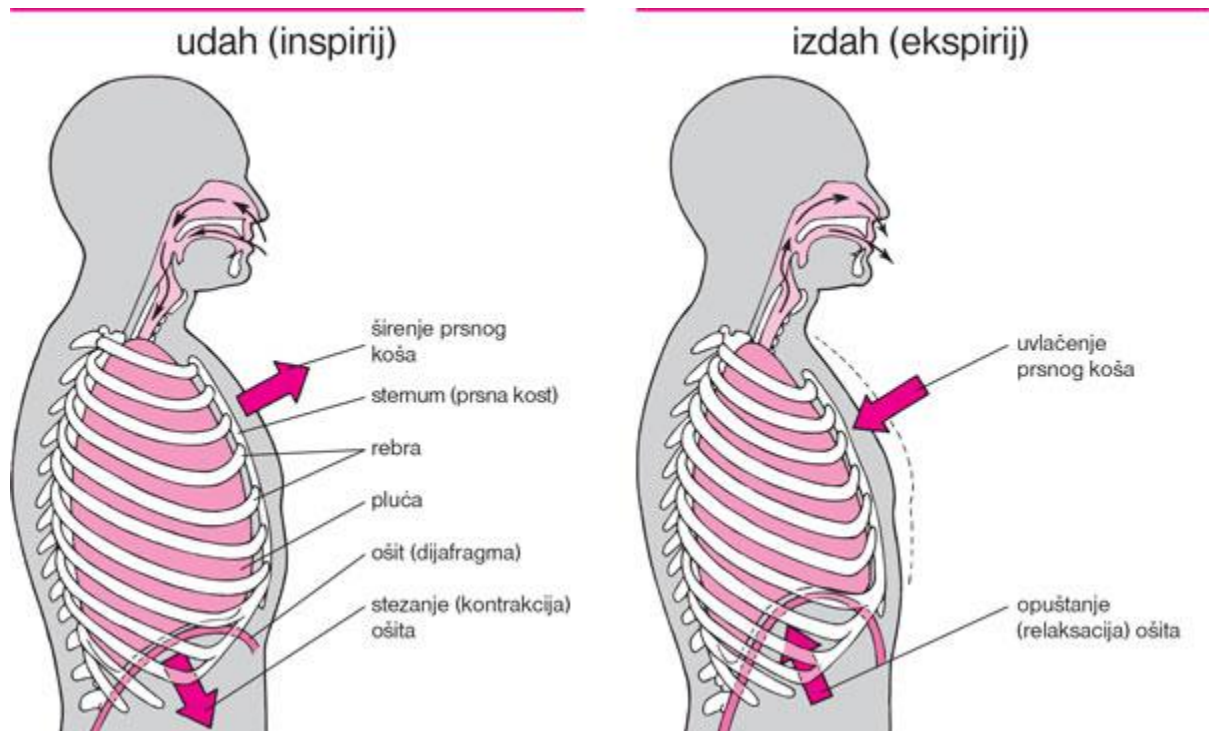
Svaki se respiratorni bronhiol dijeli tri do četiri puta. Grane su pune alveola, pa se zovu *ductuli alveolares* i služe samo za izmjenu plinova. Alveolarni vodovi završavaju podjelom u dva slijepa kraja (*lat. sacci alveolares*). Deset do dvadeset acinusa stvaraju veću jedinicu, u koju ulazi posebni bronhiol i to nazivamo plućni režnjic (*lat. lobus pulmonis*) (21). Plućne su alveole zračni mjehurići koje izgrađuje poseban alveolarni epitel okružen s vanjske strane bogatom kapilarnom mrežom. U alveolama se izmjenjuju plinovi iz krvi i zraka (22,24).

### *1.3. Fiziologija disanja*

Prema Guyton i Hall (24), osnovna funkcija disanja je izmjena plinova (O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>) između okolnog zraka i tijela. Prema ovim autorima glavne funkcije respiracije su plućna ventilacija, difuzija kisika i ugljikovog dioksida između alveola i krvi, prijenos kisika i ugljikovog dioksida krvlju i tjelesnim tekućinama do stanica i od njih i regulacija ventilacije (24).

### *1.4. Mehanika disanja i plućna ventilacija*

Osnovni zadatak izmjene plinova jest da se kisik iz okolnog zraka unosi u pluća, a ugljični dioksid iz njih, odnosno iz tijela odstranjuje. To se postiže periodičnim širenjem i sužavanjem prsnog koša pod utjecajem respiracijskih mišića, čime se postiže razlika u tlaku između atmosfere i pluća što onda uzrokuje ulaz, odnosno izlaz zraka iz pluća. Pluća se mogu rastezati i stezati na dva načina: spuštanjem i podizanjem ošita (dijafragme) i podizanjem i spuštanjem rebara. Prvi od dva opisana načina prikazan je na slici 4.



Slika 4. Širenje i uvlačenje prsnog koša podizanjem i spuštanjem ošita

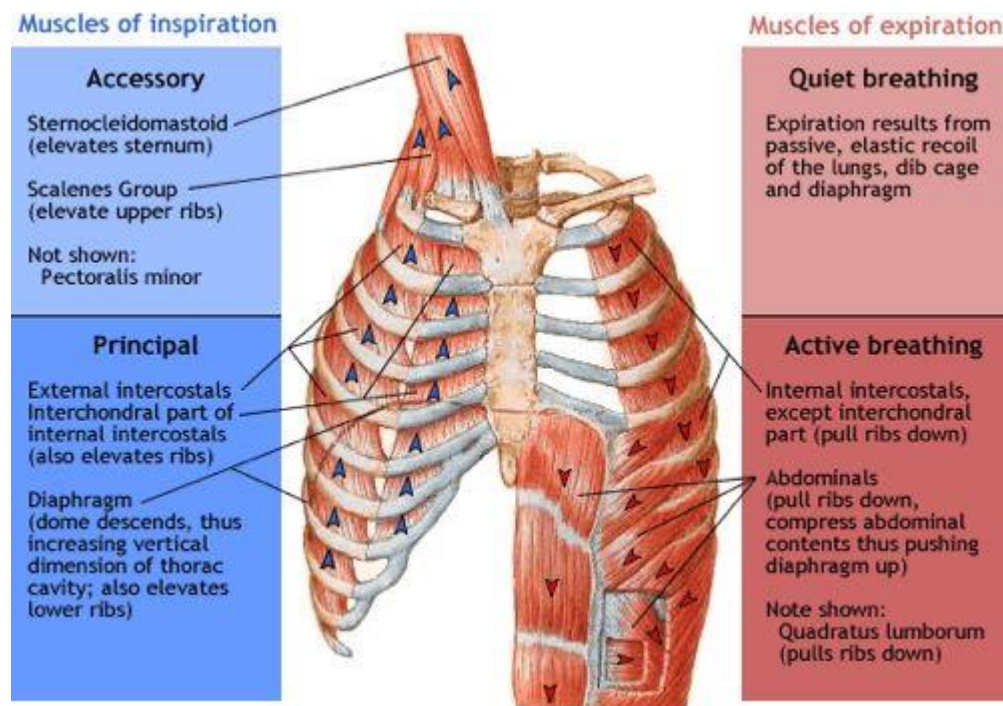
Izvor: MSD medicinski priručnik za pacijente: Bolesti pluća i dišnih putova (25)

Također, pluća su građena od elastičnog tkiva koje ima tendenciju da se steže pa se pluća i iz tog razloga prilikom ekspirija “vraćaju” u početno stanje. Kako pluća ne bi kolabirala, između pluća i prsnog koša nalaze se pleuralni listovi koji tijesno priliježu jedan uz drugi, a dijeli ih samo tanki kapilarni sloj tekućine. Budući da je prostor između listova pleure sasvim odijeljen od vanjske atmosfere, pluća slijede pokrete torakalne stijenke (24).

Pod djelovanjem inspiracijskih mišića torakalna stijenka teži širenju. Tako je plućno tkivo na neki način “rastegnuto” u prsnoj šupljini pa će između torakalne stijenke i vanjske površine pluća nastati subatmosferski tlak (intrapleuralni tlak). Visina intrapleuralnog tlaka ovisi o stupnju rastegnutosti elastičnog plućnog tkiva, s time da će u inspiriju tlak biti viši, a u ekspiriju niži (24).

Najvažniji mišić koji sudjeluje u disanju je ošit odnosno dijafragma. Ventilacija u alveolama u kojima se zbiva proces difuzije pripisivala se proširenju alveolarnih prolaza, međutim novija ispitivanja su pokazala da se u fazi udisanja gotovo dvostruko proširuje i alveolarni prolaz i alveola. To dovodi do povećanja alveolarne površine na kojoj se zbiva difuzija za 70% (14). U inspiriju uz dijafragmu i vanjske međurebrene mišiće koji podižu rebra, sudjeluju još i *mm. scalenus anterior, medius i posterior*, koji također eleviraju gornja rebra, *m.*

*sternocleidomasteideus*, koji elevira sternum, te *m. pectoralis minor*. Pri izdisaju, iako je on rezultat pasivnog povlačenja pluća, sudjeluju još i trbušni mišići. Trbušna, odnosno abdominalna muskulatura povlači rebra prema dolje, ali i stišće abdominalne organe kako bi se dijafragma mogla podignuti. *M. quadratus lumborum* povlači rebra prema dolje, isto kao i unutarnji međurebreni mišići (26). Inspiracijski i respircijski mišići prikazani su na slici 5.



Slika 5. Respiracijski mišići

Izvor: *Muscles of Respiration – Physiopedia* (27)

Respiracijska muskulatura ima dvije važne zadaće: prva je povećanje intraabdominalnog tlaka, što posredno povisuje i intratorakalni tlak čime se ubrzava i olakšava izdisaj, dok je druga povlačenje rebara prema gore ili dolje ovisno o kojem dijelu respiracije se radi (udisaj ili izdisaj) (28).

Određeni tip disanja karakterističan je i za spol. Pa tako postoji određena razlika u tipu disanja između muškarca i žena. Kod muškarca više je izraženo tzv. “dijafragmalno disanje”, dok kod žena prevladava kostalni način disanja (29).

### *1.5. Djelovanje duhanskog dima na dišni sustav*

Opće je poznato kako duhanski dim djeluje toksično na respiratorni sustav pušača i nepušača (pasivno pušenje) preko brojnih mehanizama i štetnog utjecaja raznih sastojaka koje sadrži. U procesima strujanja zraka prilikom disanja/pušenja potiče se sagorijevanje duhana na vrhu cigarete, što uvjetuje stvaranje plinovitih i čvrstih proizvoda sagorijevanja u obliku aerosola tzv. duhanskog dima (11). Stvarajući negativan tlak prilikom dubokog inspiriraja, pušač inhalira duhanski dim sve do plućnih alveola, gdje se kreće ili dulje zadržava (30).

Prodirući dalje kroz respiratorni put i organizam, mnogobrojni kemijski spojevi iz duhanskog aerosola imaju različit učinak, pri čemu mnogi od njih izazivaju veća ili manja štetna djelovanja na organizam pušača (30). Udisanjem i zadržavanjem dima cigarete dvije do pet sekundi, 80-90% duhanskih čestica deponira se u ustima, respiratornom traktu i plućnom parenhimu, a čestice manje od dva mikrona deponiraju se u dublje dijelove respiratornog trakta (31).

Provedena su mnoga istraživanja o mehanizmu djelovanja pušenja na respiratorne organe, međutim svi mehanizmi nisu ni do danas razjašnjeni. Glavna zadaća nosne šupljine je priprema vanjskog udahnutog zraka za ulazak u pluća no duhanski dim ne samo da onečišćuje sve dijelove nosne šupljine raznim otrovima nego i otežava proces prijenosa vanjskoga zraka u pluća. Cjelokupni dišni kanal, počevši od nosne šupljine pa do plućnih alveola, pokriven je stanicama koje na svojoj površini nose fine trepetljike. Te sitne dlačice, cilije, ritmično se njišu poput klasja na vjetru prosječno oko dvanaest puta u sekundi, te tako otpremaju i izbacuju natrag u vanjski svijet čestice duhanskog dima i prašine koja dolazi u pluća (32).

Pušači konstantno opterećuju, iscrpljuju i oštećuju svoje nosne strukture za pretvorbu vanjskoga u dišni zrak, pa se opisani procesi, sigurno, ne mogu obavljati na zadovoljavajući način. Stijenke nosne šupljine obložene su nosnom sluzi koja djeluje antiseptički. Mnoge bakterije i viruse nosna sluz uništava ili ih onemogućava u rastu, odnosno širenju. Pušački dim dijelom smanjuje i tu važnu funkciju nosne sluznice. Kada se čovjek pojavi u sredini u kojoj vlada neugodan miris ili nečist zrak pun prašine, refleksni mehanizmi zaustavljaju ili usporavaju disanje. Tada disanje postaje površno ili isprekidano. Suprotno tome, u šumi ili na čistome zraku pojavljuju se refleksi dubokog disanja tzv. disanje "punim plućima" (33,34).

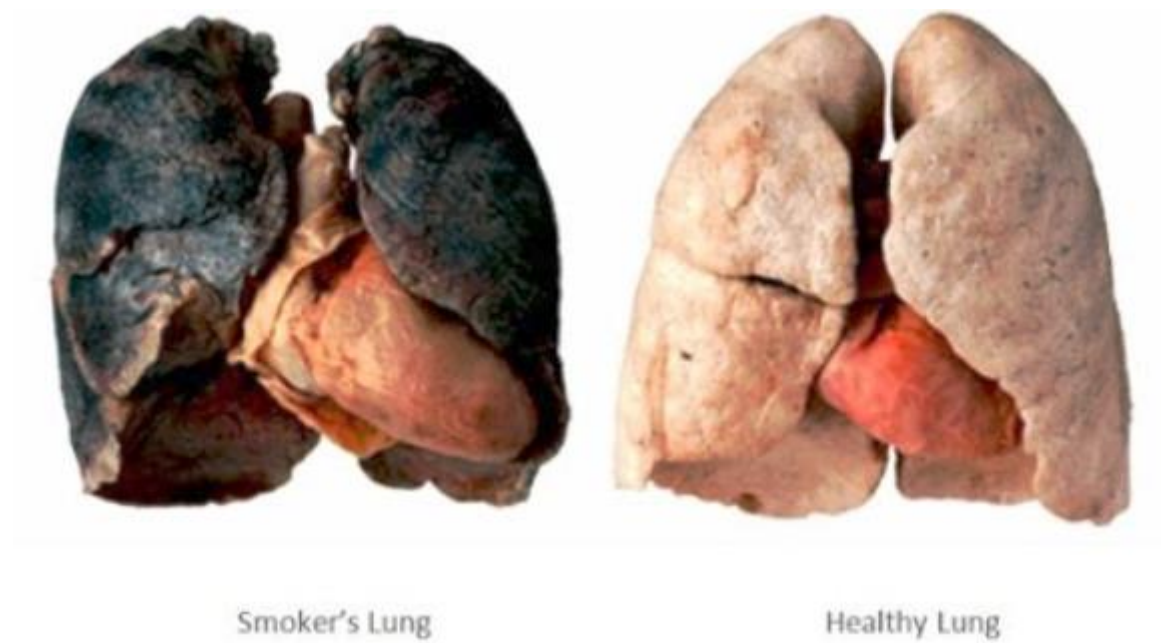
Nadalje, otrovi duhanskog dima usporavaju prijenos živčanih impulsa, pa refleksni mehanizmi mogu kasniti ili sporije djelovati. Da bi se mogao osjetiti miris ili smrad neke tvari, ona se mora otopiti u sluzi iznad osjetnih stanica i tek potom se pokreće podražaj gdje onda možemo razlikovati određeni miris (35). Osjetilom njuha može se ustanoviti stanje u udahnutu zraku, primjerice

prisutnost raznih hlapljivih tvari iz hrane. Slično se odvija i proces okusa kada te tvari dopiju u ždrijelo. Zajednički osjet njuha i okusa pri žvakanju određuje ukusnost hrane ili pića. Dugogodišnjim pušačima smanjeni su ti važni osjeti, a postupno se čak i gube, te im je ujedno smanjena i kvaliteta života (36).

Prema statistici, među umrlima od raka grkljana, 95% je pušača (31,37,38). Prilikom prekomjerna pušenja nastaje suhoća sluznice u grlu, otežan je govor i glas je promukao. Zbog učestalih podražaja duhanskim dimom pušači sve više kašlju, pri čemu izbacuju "pušačku sluz" iz plućnih bronha (toaleta pluća) u usta ili, kad ona dođe u ždrijelo, sadržaj progutaju ili ispljunu. Sinusne šupljine kod pušača su stalno obložene česticama duhanskog dima, zbog čega je sluznica kronično upaljena i zadebljana, a otvori smanjeni. Zbog toga mnogi pušači imaju povremene glavobolje, posebno za vrijeme prehlade i drugih bolesti gornjih respiratornih organa (39).

Duhanski dim koji uđe u dvadeset pet milijuna bronhalnih ogranaka i u nekoliko stotina milijuna alveola ne može se sav izbaciti, a niti razgraditi (32,38). Samo se dio čestica dima izbacuje i iskašljava bronhalnom sluzi i sustavom trepetljika (cilija), a znatan se dio ugradi u bronhalno i plućno tkivo i tu ostaje do smrti. Na sekcijama umrlih i unesrećenih već se letimičnim pogledom na pluća može ustanoviti da li je preminula osoba bila pušač ili nepušač (40).

Vanjski je dio pluća u pušača tamno sive do crne boje, a na prerezu su pojedini dijelovi crni poput ugljena. Takva pušačka pluća imaju u živoga čovjeka smanjen kapacitet i smetnje u funkciji. Oko 95% umrlih od raka pluća i oko 70-80% umrlih od opstruktivnih bolesti (kronični bronhitis, bronhiektazije, plućni emfizem, bronhalna astma) bili su pušači. Zbog nakupljanja duhanskih čestica na stijenkama bronha i bronhiola i jačeg lučenja bronhalne sluzi, njihov se promjer sužava i smanjuje prohodnost za zrak odnosno plinove (32,38). Na slici 6. prikazana su zdrava pluća i pluća višegodišnjeg pušača.



*Slika 6. Pluća pušača (lijevo) i nepušača (desno)*

*Izvor: The Health Effects of Cigarette Smoking | Health And Medical Information (41)*

Proces difuzije kisika i ugljičnog dioksida odvija se kroz stijenke alveola i kapilarne membrane, najviše pod utjecajem razlike parcijalnih tlakova plinova između zraka i krvi. U tom su procesu važni dužina vremena u kojem zrak i krv ostaju u dodiru, debljina alveolarne membrane i koeficijent topljivosti plinova. Ako u plućne alveole uđe duhanski dim, on će onečistiti njihove unutrašnje stijenke i alveokapilarnu membranu. Nakupljajući se u plućima dimne čestice smanjuju respiracijsku površinu i sukladno tome otežavaju izmjenu plinova. Ugljični monoksid nastaje pri izgaranju duhana i uvijek je prisutan u duhanskom dimu, a udahnut u plućne alveole, vrlo se brzo veže za hemoglobin u crvenim krvnim stanicama (eritrocitima) jer je njegov afinitet za hemoglobin dvjesto deset puta veći od afiniteta kisika. Vežanjem ugljičnog monoksida za hemoglobin nastaje karboksihemoglobin (31,42).

Tijekom pušenja koncentracija karboksihemoglobina neprestano raste, čime se smanjuje sposobnost eritrocita da prenose kisik do stanica. Posljedice su trovanje organizma ugljičnim monoksidom i hipoksija, posebice u mozgu. To može dovesti do glavobolja i slabljenja mentalne sposobnosti, usporavanja refleksnih radnji, a u težim slučajevima čak i do povraćanja ili gubitka svijesti. Zbog hipoksije dolazi do oštećenja stijenke krvnih žilica, što pospješuje proces aterogeneze i skleroze (43).

U najtežim slučajevima otrovana osoba može pasti u komu, dok kod djece može nastupiti i smrt (33).

### *1.6. Tjelesna aktivnost i pušenje*

Uz prednosti bavljenja sportom za poboljšanje fizičkih performansi, tjelesna aktivnost ima značajan utjecaj i u prevenciji emocionalnih problema. Nezanemariva je i činjenica kako je upravo početak pušenja u adolescentskoj dobi kod određenih osoba povezana s određenim emocionalnim problemima (13).

Tjelesnu aktivnost možemo definirati kao bilo koji aktivni pokret dijelova ili cijelog tijela koji zahtjeva određenu energetska potrošnju. Tjelesnu aktivnost potrebno je razlikovati od vježbanja. Prema Caspersen, Powell i Christenson (1985.), vježbanje je podskupina tjelesne aktivnosti koja je planirana, strukturirana i ponavlja (44) se dok za krajnji cilj ima poboljšanje tjelesne kondicije ili održavanje istog kondicijskog nivoa ukoliko je na zadovoljavajućoj razini (45). Nadalje, tjelesnu aktivnost karakterizira modalitet, konstantnost, intenzitet, vrijeme trajanja i okruženje u kojem se provodi (18). Vježbanje se također može shvatiti kao inkrementalni i kontrolirani fiziološki stres koji omogućuje tijelu da učinkovitije reagira na stres i podražaje iz okoliša (39).

Prema Thievel i sur. (2018.) potrošnja energije u mirovanju odgovara potrošnji energije jednog metaboličkog ekvivalenta (MET) (46), a 1 MET jednak je potrošnji 3.5 mL O<sub>2</sub>/kg/min (47). MET je omjer potrošene energije tijekom aktivnosti i energije potrošene u mirovanju, a da bi tjelesna aktivnost imala značajne zdravstvene koristi, potreban je umjereni ili visoki intenzitet (48). Već i umjerena aktivnost može imati značajne i pozitivne učinke na zdravlje. Nije neophodno da se svi bave sportom, dovoljno je redovito vježbanje ili rekreacija da bi održavali svoje zdravlje. Kada govorimo o adolescentima tjelesna aktivnost je od iznimne važnosti jer osim "zdravstvene" koristi ima i učinak u sprječavanju mladih da vrijeme provode uz računalo, pušeći u kafićima ili na ulici (49). Pozitivni učinci vježbanja su mnogobrojni, osim što izoštrava um, povećava osjećaj samokontrole i osigurava veću sposobnost opuštanja te oslobađanja stresa u vrijeme odvikavanja od pušenja. Kombinacija raznih vježbi za pušače koji redovito vježbaju je izrazito bitna jer tako imaju veće izgleda za uspješan prestanak pušenja (50).

Postoji nekoliko razloga pozitivnog učinka vježbanja na pušače. Prije svega redovita tjelesna aktivnost potiče razne biokemijske promjene u tijelu, a neke od tih promjena slične su učinku djelovanja nikotina. Vježbanje podiže razinu katekolamina koji povećavaju mentalnu živost dok kontinuirano vježbanje povećava razinu endorfina, neurotransmitera koji stvara osjećaj ugone i opušteno stanje organizma (50). Uključivanjem redovnog vježbanja u svakodnevni život može se

osigurati vrijeme neophodno za samokontrolu i mir, a vrijeme za vježbanje može umanjiti ili čak i spriječiti uobičajene stresne situacije i stvoriti obogaćenu i zdravu alternativu pušenju. Pored toga redovno vježbanje blagotvorno djeluje na lokomotorni sustav, potiče dobro raspoloženje, uravnotežuje endokrini sustav, povećava otpornost na razne bolesti (kardiovaskularne i sl.), pospješuje bolje spavanje, zatim pomaže u djelotvornijem savladavanju stresa pomažući da osoba bude smirenija i usredotočenija, a također rezultira i pozitivnim raspoloženjem i generalno pozitivnim psihološkim promjenama (51).

Adolescenti koji vježbaju prije stječu osjećaj sigurnosti, neovisnosti i nadzora nad svojim tijelom pa tako i životom. Osim toga, veća je vjerojatnost da će postati odlučniji, emocionalno stabilniji i maštovitiji ljudi (49). Tjelesna aktivnost pomaže kontroli žudnje za cigaretom i hranom, i vrlo često povećava želju za odabirom zdravije prehrane (34). Pušači koji počinju s vježbanjem imaju višestruku dobit od svojega programa tjelesnih aktivnosti: osim što se od vježbanja osjećaju bolje, vježbanjem lakše savladavaju stres i možda ono najbitnije, vježbanjem lakše smanjuju ili potpuno prestaju s pušenjem. Vježbanje je pozitivna aktivnost koja s vremenom i ponavljanjem može postati novom životnom navikom, a takva zdrava navika može vrlo djelotvorno nadomjestiti pušenje. U zdravom tijelu razvija se zdrav duh, a uz redovito vježbanje prihvatiti će se i ostala zdrava ponašanja. Ključ uklapanja u redovno vježbanje je kombinacija dobrog raspoređivanja slobodnog vremena i raznolikost izbora tjelesnih aktivnosti. Na vrstu aktivnosti utječu vremenski uvjeti, okruženje za vježbanje, zdravstveno stanje i osobne sklonosti (44). Raznolikost mogućnosti vježbanja u kući poput joge ili sprava za vježbanje može dobro doći kao motivacija tijekom lošeg vremena, a aktivnosti u prirodi se preporučuju kad god to vrijeme dozvoljava. Friedenreich i Orenstein (2002.), preporučuju minimalno 30 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog do jakog intenziteta 5 dana u tjednu kao smanjenje rizika od oboljevanja (52). Također, utvrđeno je da oko 3 sata tjedno tjelesne aktivnosti višeg intenziteta ili 4 sata tjedno umjerenog intenziteta značajno smanjuje učestalost pojavnosti raka u populaciji srednjih godina (53).

Prema PA guidelines (2008.), odrasle osobe tjedno bi trebale biti aktivne minimalno 150 minuta (slabiji intenzitet aktivnosti) ili 75 minuta u tjednu (visoki intenzitet tjelesne aktivnosti). Idealna bi bila kombinacija navedenog, dok je vrlo bitno da trajanje pojedine epizode aktivnosti iznosi najmanje 10 minuta u kontinuitetu (54).



### *1.7. Utjecaj treninga na respiracijski sustav*

Utjecaj treninga na dišni sustav neizmjenljivo je značajan. Milanović (2013.) navodi kako promjene respiracijskih organa i njihovih funkcija nastaju kao posljedica sistematskog treninga (55). Vježbe koje zahtijevaju veliki minutni volumen disanja vjerojatno potiču rast i razvoj prsnog koša kod mladih osoba, koji je širi, dulji i ima veću zapreminu, a naročito u mladih osoba u većem se prsnom košu razvijaju “sportska pluća” s većim obujmom zraka, ali i krvi, te povećanom površinom plućnih alveola (24).

Također, trening jača i dovodi do hipertrofije sve miškulature, pa tako i respiracijske te dovodi do manjeg broja udisaja kako u mirovanju tako i pri opterećenju. Vitalni kapacitet i maksimalne ventilacijske vrijednosti znatno su povećani kod napora submaksimalnog i umjerenog intenziteta, a povećava se ventilacijska rezerva, maksimalna frekvencija disanja i maksimalni primitak kisika (36,56).

### *1.8. Sport i pušenje*

Sportaši su kategorija za koju se može reći da najmanje konzumira cigarete. Ustanovljeno je da u prosijeku među sportašima ima oko 2% pušača. Prema novijim istraživanjima među profesionalnim sportašima Đorđević, Šaranović i sur. (2019.) na velikoj studiji provedenoj na 745 profesionalnih sportaša utvrdili su kako je njih čak 745 (92.7%) nepušača, 20 (2.5%) bivših pušača, a svega 39 (4.8%) aktivnih pušača (57). Istom je studijom dokazano i kako je plućna funkcija kod aktivnih pušača bila smanjena isto kao i postotak mišićne mase, dok je postotak masnog tkiva bio veći u odnosu na sportaše nepušače.

Još jedna studija pokazuje neospornu štetnost duhanskog dima i pušenja općenito na plućnu funkciju adolescenata. Suarez Lopez de Vergara i sur. (2007.), proveli su studiju na 301 zdravom adolescentu između 14 i 20 godina, 165 dječaka (54.5%) i 136 djevojčica (45.5%), koji nemaju ranije zabilježene respiratorne komorbiditete ili isključujuće spirometrijske parametre. Bili su upitani da ispune upitnik o izloženosti duhanskom dimu te su nakon upitnika podijeljeni u 3 skupine i podvrgnuti spirometrijskom testiranju. Prvu skupinu činilo je ukupno 27.2% ispitanika, nepušači koji nisu bili izloženi duhanskom dimu (NS), druga skupina ispitanika, njih 31.3%, bili su pasivni pušači koji su u kući bili izloženi duhanskom dimu najmanje 10 cigareta dnevno u protekloj godini (PS), dok su treća skupina, njih čak 41.5%, sadašnji pušači koji dnevno popuše 10 ili više cigareta u posljednjih godinu dana (CS). Rezultati istraživanja pokazali su značajnu

razliku u rezultatima spirometrijskog testiranja između treće, CS i prve NS grupe u gotovo svim mjerenim parametrima (58).

Sportaši, kako amateri tako i profesionalci, su osobe koje se brinu za svoje zdravlje znajući kako je ono najbitnije za sportski uspjeh. Budući da je pušenje jedan od najvećih neprijatelja zdravlja, sportaši su svjesni činjenice da se trening ne može provoditi jednakom kvalitetom s cigaretom, odnosno udisanjem otrovnoga duhanskoga dima i zato većinom ni ne posežu za ovim porokom (33).

Glavni je cilj natjecateljskog, bilo amaterskog, bilo profesionalnog sporta, postizanje što boljih rezultata (55). Dobri sportski rezultati postižu se dobrim upornim, dugotrajnim i sustavnim treninzima, ali i odgovarajućim načinom života, u kojem pušenju nikako nema mjesta. Bavljenje sportom u slobodno vrijeme dokazana je prevencija, ne samo od pušenja nego i drugih bolesti ovisnosti, ali i najčešćih bolesti današnjice. Sport je najjeftinija i najuspješnija preventivna mjera protiv pušenja, osobito kod adolescenata (57). Sportske aktivnosti preporučuju se u svim metodologijama odvikavanja od pušenja, i to već prvih dana nakon prestanka pušenja radi lakšeg savladavanja apstinencijskog sindroma. Djecu i mlade na sport mogu najviše usmjeriti roditelji, sportaši idoli, zatim učitelji u osnovnoj školi, i posebno pedagozi tjelesne i zdravstvene kulture. Većina mladih može naći korisnu i ugodnu razonodu u sportskim klubovima i u njima provoditi dio slobodnog vremena.

Osnivanje školskih sportskih klubova ima za cilj da se u njim sakuplja sportska mladež u slobodno vrijeme i da putem sportskih aktivnosti unapređuje tjelesni i duševni razvitak učenika, da sprječava pušenje i druge bolesti ovisnosti te da poboljša kvalitetu i kulturu njihova života (59).

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog istraživanja je usporediti rezultate spirometrijskog mjerenja kod adolescenata pušača i nepušača

Specifični ciljevi:

1. usporedba rezultata spirometrijskog mjerenja adolescenata sportaša u odnosu na adolescente nesportaše
2. usporedba spirometrijskog mjerenja kod adolescenata sportaša pušača u odnosu na sportaše nepušače kao i nesportaša pušača u odnosu na nesportaše nepušače
3. usporedba rezultata spirometrijskog mjerenja s obzirom na spol
4. usporedba rezultata spirometrijskog mjerenja s obzirom na dob

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Ispitanici

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 100 ispitanika, juniora, kadeta i pionira Nogometnog kluba Osijek i Ženskog nogometnog kluba Osijek kao i adolescenata iste dobi iz Mjesnih zajednica grada Osijeka koji se ne bave sportom. Prije uključivanja u istraživanje ispitanicama je podijeljena obavijest o samom istraživanju te suglasnost s kojom su potvrdili svoj pristanak za istraživanje (prilog 1). Istraživanje je provedeno anonimno i dobrovoljno te su se testirani sportaši u bilo kojem trenutku mogli slobodno i bez ikakvih posljedica povući iz istraživanja, bez navođenja razloga. Sva metodologija korištena za istraživanje, potpuno je neinvazivna i nije mogla naštetiti niti jednom ispitaniku.

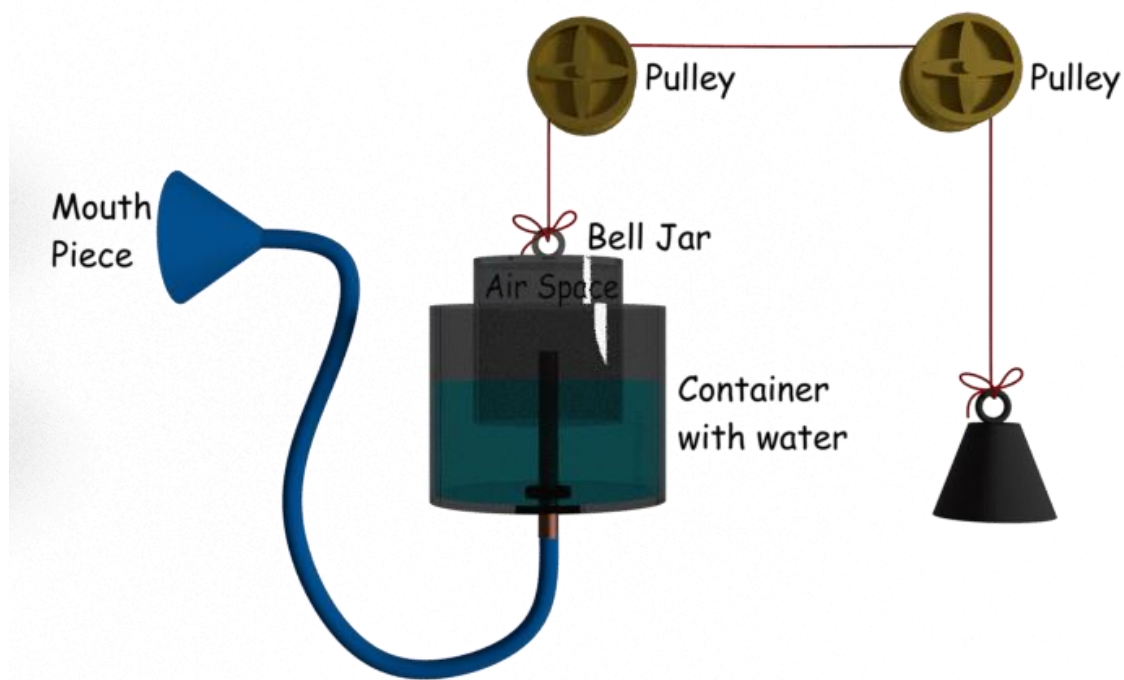
#### 3.2. Metode

Prvi dio istraživanja obuhvaćao je kratki upitnik s općim, demografskim pokazateljima koji su ispunjavali sami ispitanici dok je drugi dio bio provedba samog mjerenja čije su vrijednosti potom upisane u obrasce ispitanika (prilog 2).

Nakon što su ispitanici ispunili kratki anketni upitnik, u uređaj su uneseni podaci o visini i dobi, te su potom ispitanici podvrgnuti testu plućne funkcije spirometrom *MicroLab 3300 Spirometer Mk4, Micro Direct, Inc., Lewiston, SAD* (60).

##### 3.2.1. Mjerenje plućne funkcije

Riječ spirometrija znači mjerenje daha i najčešća je metoda za mjerenje plućnog volumena i brzine protoka zraka prilikom udaha i izdaha. Prema Guytonu plućna se ventilacija može proučavati bilježenjem volumena zraka koji ulazi u pluća ili iz njih izlazi (24). Najjednostavniji model spirometra sastoji se od usnika (*mouth piece*), komore s kisikom (*air space*), utega za protutežu (*pulley*) i komore s vodom (*container with water*). Osnovni model spirometra prikazan je na slici 7.



Slika 7. Shematski prikaz spirometra

Izvor: *Spirometer Working Principle of Spirometer* | *Electrical4U* (61)

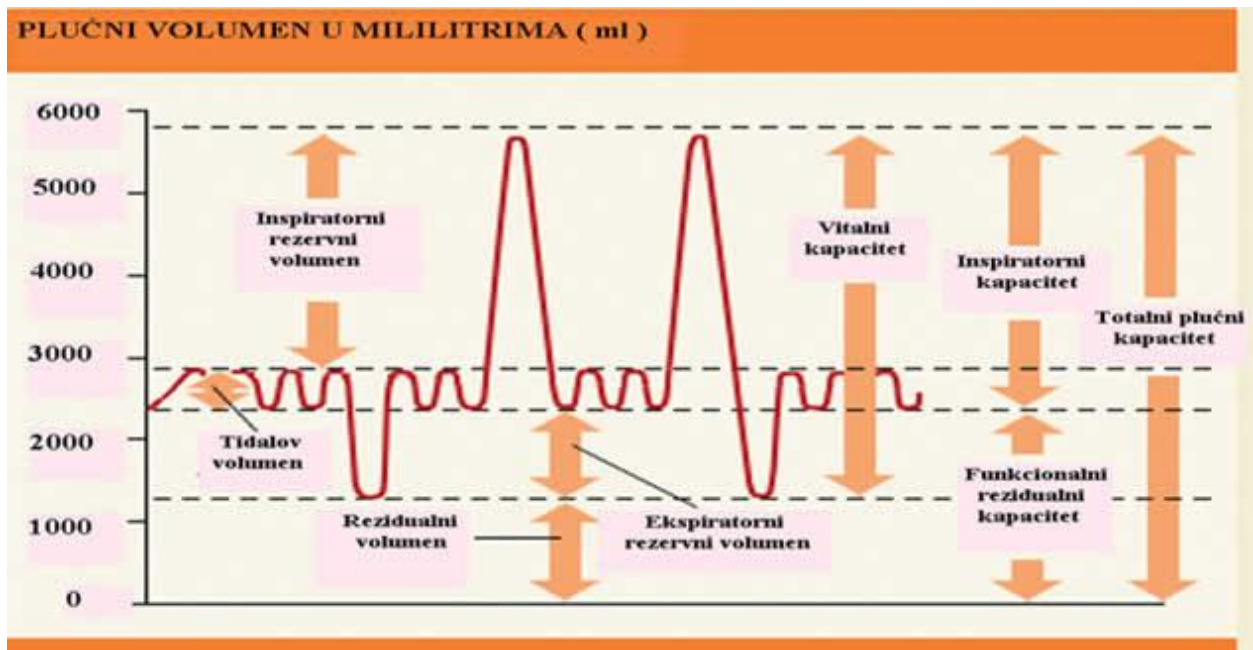
### 3.2.2. Plućni volumeni

U praksi se ispitivanje ventilacije pluća svodi na mjerenje volumena i kapaciteta pluća, kao i veličine protoka zraka. Volumeni pluća su osnovne plućni volumeni, odnosno volumeni zraka koje pluća sadrže u različitim položajima disanja. Dva, ili više plućnih volumena čine kapacitet pluća (62). Već je ranije spomenuto kako se razlikuju različiti položaji prsnog koša pri disanju. Kako bi se plućna funkcija lakše prikazala Guyton je zrak u plućima podijelio na četiri različita volumena i četiri kapaciteta (24).

Razlikujemo četiri plućna volumena koja kada zbrojimo, dobijemo maksimalni volumen do kojeg se pluća mogu rastegnuti, a koji su prikazani na slici 8.

1. *Respiracijski volumen (TV)* je volumen zraka koji se udahne i izdahne pri svakoj normalnoj respiraciji (iznosi oko 500 mL).
2. *Inspiracijski rezervni volumen (IRV)* je maksimalni dodatni volumen zraka koji se može udahnuti povrh normalnog respiracijskog volumena (iznosi oko 3 000 mL).
3. *Ekspiracijski rezervni volumen (ERV)* je maksimalna dodatna količina zraka koja se nakon normalnog izdisaja može forsirano izdahnuti (iznosi oko 1 100 mL).

4. *Rezidualni volumen (RV)* je količina zraka koji ostaje u plućima čak i nakon maksimalnog izdaha. (iznosi oko 1200 mL).

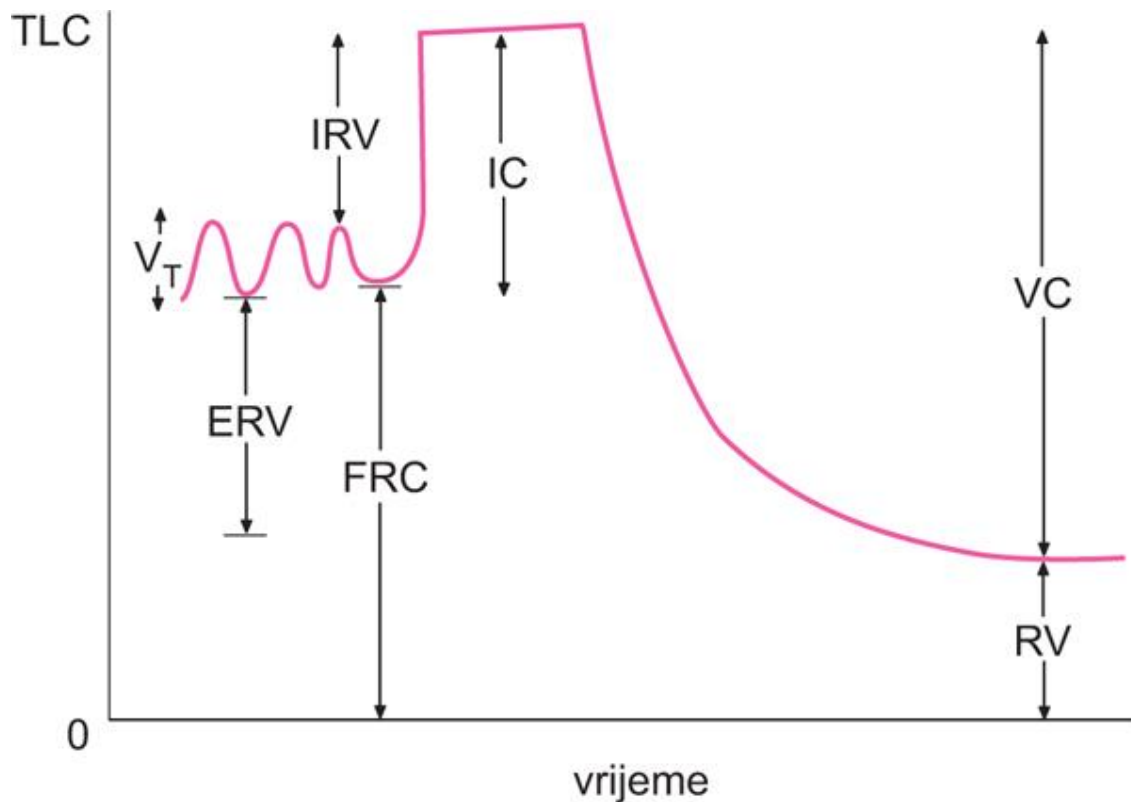


Slika 8. Prikaz plućnih volumena izražen u mililitrima

Izvor: Spirometrija i plućni volumeni – Zdravlje (63)

### 3.2.3. Plućni kapaciteti

Prema Guyton i Hall (2017.), opisujući zbivanja u plućnom ciklusu, potrebno je razmotriti zajedno dva ili više spomenutih volumena, a takve kombinacije nazvane su plućnim kapacitetima. Na slici 9 navedeni su važni plućni kapaciteti, a opisujemo ih kao inspiracijski, funkcionalni rezidualni, vitalni i ukupni plućni kapacitet.



Slika 9. Prikaz normalnih plućnih kapaciteta

Izvor: MSD priručnik dijagnostike i terapije: Brzine protoka, plućni volumeni i krivulje protok-volumen (64)

*Inspiracijski kapacitet (IC)* je količina zraka (oko 3 500 mL) koja se može udahnuti počevši od razine normalnog izdisaja. IC jednak je zbroju respiracijskog volumena i inspiracijskog rezervnog volumena.

*Funkcionalni rezidualni kapacitet (FRC)* je količina zraka koja ostaje u plućima nakon normalnog izdisaja (oko 2 300 mL). FRC je jednak zbroju ekspiracijskog rezervnog volumena i rezidualnog volumena.

*Vitalni kapacitet (VC)* je maksimalna količina zraka koju čovjek može istisnuti iz pluća, i to tako da najprije maksimalno udahne, a zatim maksimalno izdahne (oko 4 600 mL). VC je zbroj respiracijskog volumena, inspiracijskog rezervnog volumena i ekspiracijskog rezervnog volumena.

*Ukupni plućni kapacitet (TLC)* je maksimalni volumen do kojeg se pluća mogu rastegnuti najvećim mogućim naporom (oko 5 800 mL). TLC jednak je zbroju vitalnog kapaciteta i rezidualnog volumena.

Na kraju valja samo napomenuti kako su svi plućno volumeni i kapaciteti u žena 20 do 25% manji nego u muškaraca, a veći u viših i atletski građenih osoba (24).

#### *3.2.4. Uporaba kratica i simbola u spirometrijskom mjerenju*

Mnoga spirometrijska mjerenja zapravo su matematički proračuni. Kako bismo lakše razumjeli mjerenja u radu u statističkoj analizi koristit ćemo ukupno četiri pokazatelja plućne funkcije. Ispitanike ćemo uspoređivati prema statičkom plućnom volumenu i kapacitetu. Najvažniji od njih je vitalni kapacitet (VC), odnosno zbroj respiracijskog volumena, inspiracijskog rezervnog volumena i ekspiracijskog rezervnog volumena.

Također uspoređivat ćemo ih prema dinamičkim plućnim volumenima koji su vezani uz faktor vrijeme i određuju prohodnost dišnih puteva. U tu skupinu ubrajamo forsirani ekspiracijski volumen (FEV) te Tiffeneauov index (65). Forsirani ekspiracijski volumen je volumen zraka izdahnut forsiranim ekspirijem, nakon maksimalnog inspirija i obično se mjeri u prvoj sekundi (FEV1) jer je početni dio krivulje ovisan o naporu i suradnji ispitanika. (66). FEV1 promatrali smo i kod naših ispitanika jer je jedan od važnijih testova za otkrivanje opstruktivnih promjena u većim dišnim putevima, a reflektira promjene u malim dišnim putevima. (67) On normalno iznosi oko 80% FVC-a (65).



*3.2.5. Računalna oprema MicroLab 3300 Spirometer Mk4, Micro Direct, Inc., Lewiston, SAD*

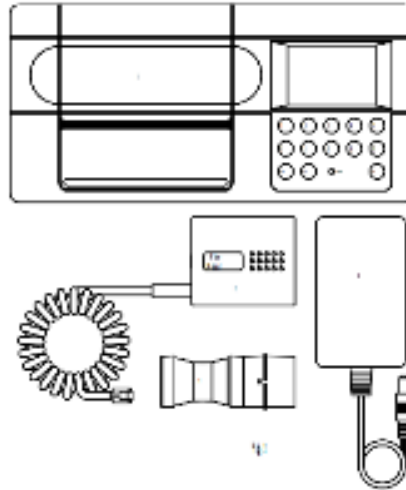
U ovom istraživanju korišten je spirometar *MicroLab 3300*, proizvođača *Micro Direct Inc.* prikazan na slici 10.



*Slika 10. MicroLab 3300 Spirometer Mk4*

*Izvor: MICRO MEDICAL MicroLab 3300 Spirometer Mk4 (68)*

Računalna oprema spirometra sastoji se od čvrstog kovčega koja sadrži priručnik za korištenje i sljedeće elemente prikazane na slici 11. *MicroLab* mikrorračunalna jedinica s grafičkim prikazom, mikro medicinski digitalni pretvarač, kućište pretvarača i naizmjenični adapter zajedno s mrežnim napajanjem, *Spida* demonstracijskim softverom i usnim kartonima za jednokratnu upotrebu (60).



Slika 11. Grafički prikaz elemenata *MicroLab* spirometra

Izvor: *MicroLab operating manual* (60)

### 3.2.6. Programska podrška *MicroLab* spirometra

Programska podrška sadrži brojne pomoćne uslužne programe za upotrebu na IBM kompatibilnom računaru s operativnim sustavom DOS ili Windows. Alat pruža jednostavan i praktičan način inicijalizacije instrumenta, postavljanja njegovog unutarnjeg sata i učitavanja podataka s njega u ASCII tekstualnu datoteku.

Verzija sustava Windows također pruža mogućnost pregleda grafikona i rezultata, a na raspolaganju je velik izbor prikaza i statističkih funkcija. Preneseni podaci mogu se uvesti u većinu programa baza podataka i proračunskih tablica radi daljnje statističke analize. Potpuni detalji o instaliranju i korištenju programske podrške navedeni su u zasebnom priručniku za računalne programe (60).

*Spida* je *Windows<sup>TM</sup>* aplikacija jednostavna za korištenje na računaru koja sučelja *MicroLab-a* vrši putem serijskog ulaza. Sadrži bazu podataka u koju se mogu unijeti detalji o pacijentu i zapisi s

učitavanja *MicroLaba*. Pomoću *Spida* i *MicroLaba* mogu se provoditi paralelni prikazani na zaslonu računala, a koje izravno kontrolira rad *MicroLaba*.

Rezultati i grafikoni prikazani su izravno na zaslonu računala. *MediBase<sup>TM</sup>* omogućava prilagođavanje načina prikaza spirometrije i podataka o pacijentu, a također se može integrirati s postojećim bazama podataka. Koristi *ODBC (Open DataBase Connectivity)* tehnologiju za izravno sučelje s raznim sustavima baza podataka, u rasponu od lokalnih baza podataka računala poput *Paradox, Dbase i FoxPro*, do glavnih mainframes sustava poput *Oracle, Informix i DB2*. *MediBase* može pristupiti nekoliko baza podataka o pacijentima radi jednostavnog kombiniranja kliničkih mjerenja s informacijama iz različitih izvora (60).

### 3.2.7. Izvješće MicroLab spirometrijskog mjerenja

Nakon što se u aparat unesu visina i masa pacijenta te njegov pušački status pacijent pristupa spirometrijskom mjerenju u kojem se dobiva analiza svih ranije spomenutih parametara plućne funkcije. Prikaz izvješća prikazan je na slici 12.

```
MICROLAB 3300 VX.XX FULL REPORT

Patient Name: _____

ID: 12345 Date: 03/05/97 Time: 09:32
Sex: Male Age: 33 Race: CAUCASIAN
Height: 188 cm

All Spirometry Results

          BASE          POST
TEST 1  2  3  4  5  6  7
FEV1  3.41 3.46 3.62 3.66 3.59 3.48 3.29
FVC   3.72 3.88 3.82 3.76 3.71 3.86 3.50
PEF   511 517 520 585 520 541 517
VAR   -5  -4  0  0  -1  -4  -10

Best Spirometry Result Base = 3 Post = 4
                               :--- Normal---:
          Base %Pred PostBD %Pred %Chg Min Pred Max
VC         4.00
FEV1       3.62 78 3.66 79 +1 3.79 4.63 5.47 L
FVC        3.82 68 3.76 67 -1 4.63 5.63 6.63 L
PEF        520 84 585 95 +12 496 616 735 L/M
FEV1%      95 117 97 120 +2 69 81 93 %
F50        4.78 83 4.80 83 0 3.58 5.75 7.92 L/S
F25        2.53 94 2.43 90 -3 1.42 2.70 3.98 L/S
MEF        4.22 86 4.26 87 0 3.21 4.92 6.63 L/S
I50        7.86 8.69 +10 L/S
R50        61 55 -9 %
PIF        8.30 9.18 +10 L/S
MVV        136 137 +1 L
FET        3.61 3.40 -6 S

Lung Age = 59 years
Interpretation: Mild Restriction
```

Slika 12. Prikaz potpunog izvješća MicroLab spirometrijskog mjerenja

Izvor: MicroLab operating manual (60)

### 3.3. Etički aspekti istraživanja

Studija je odobrena od etičkog povjerenstva Nogometnog kluba Osijek te Etičkog povjerenstva za biomedicinska istraživanja Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci.

Istraživanje je provedeno u skladu s temeljnim etičkim i bioetičkim principima (osobni integritet, pravednost, dobročinstvo i neškodljivost) te u skladu s najnovijom revizijom Helsinške deklaracije.

### 3.4. Statistička obrada podataka

Prikupljeni podaci upisani su u tablice oblikovane u programu MS Excel (*Miscrosoft Corporation, SAD*) i statistički obrađeni u programu i statistički obrađeni u programu SPSS Statistics 24.0 (*International Business Machines Corporation, IBM, SAD*) (69).

Kategorijski podaci prikazani su učestalošću (N) i relativnom učestalošću (%) te uspoređeni odgovarajućim testom za kategorijske podatke. Kvantitativni podaci prikazani su odgovarajućom srednjom vrijednosti i mjerama raspršenja ovisno o vrsti raspodjele.

Odgovarajući statistički testovi provedeni u svrhu dosezanja specifičnih ciljeva su *t-test* i *F-test*. *T-test* proveden je kako bi se dokazalo postojanje statistički značajne razlike između dvije kategorije (npr. spol), dok je za usporedbu i dokazivanje statistički značajnih razlika između tri i više kategorija korišten *F-test*.

Statistički značajnima smatrani su svi zaključci uz razinu  $P < 0,05$ .

## 4. REZULTATI

### 4.1. Sudionici istraživanja

Istraživanje je provedeno na uzorku od ukupno 100 ispitanika djevojčica (17%) i dječaka (83%), juniora, kadeta i pionira Nogometnog kluba Osijek i Ženskog nogometnog kluba Osijek kao i adolescenata iste dobi iz Mjesnih zajednica grada Osijeka, a koji se ne bave sportom. Najčešća dob ispitanika je između 17 i 18 godina (63%). 24% ispitanika imalo je 16 godina, dok je najmanji broj ispitanika imao 19 i više godina (13%).

51% ispitanika promatranog uzorka bavi se sportom, dok se 49% ispitanika ne bavi sportom. 39% ispitanika izjasnilo se da su pušači, dok je nepušača zahvaćenih istraživanjem bilo 61%.

Prosječna visina ispitanika bila je 177,98 centimetara, dok su prosječne apsolutne spirometrijske vrijednosti bile 4,30 (VC), i 4,25 (FEV1).

### 4.2. Rezultati empirijskog istraživanja

Inicijalno je odrađena serija t-testova i F-testova kako bi se odgovorilo na postavljene istraživačke ciljeve i utvrdilo postoje li statistički značajne razlike u promatranim varijablama.

Prvi specifični cilj istraživanja bio je usporediti rezultate spirometrijskog mjerenja adolescenata sportaša u odnosu na adolescente nespportaše. Rezultati analize nalaze se u tablici u nastavku.

*Tablica 2. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između sportaša i nespportaša prilikom spirometrijskih mjerenja (VC%).*

VC%	Sportaši	Nespportaši
Aritmetička sredina	85,84	84,02
Varijanca	131,13	166,02
Uzorak	51	49
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat		0,75
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p</i> -vrijednosti)		0,46

Temeljem rezultata analize može se utvrditi da ne postoji statistički značajna razlika između sportaša i nespportaša kod VC% spirometrijskih mjerenja ( $t=0,75$ ;  $p>0,05$ ).

Nadalje testirane su i statistički značajne razlike kod FEV1 spirometrijskih testiranja, a rezultati analize nalaze se u nastavku u tablici 3.

*Tablica 3. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između sportaša i nesportaša prilikom spirometrijskih mjerenja (FEV1%)*

<i>FEV1%</i>	<i>Sportaši</i>	<i>Nesportaši</i>
Aritmetička sredina	100,71	98,92
Varijanca	220,33	214,70
Uzorak	51	49
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat	0,61	
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p-vrijednosti</i> )	0,55	

Rezultati analize ukazuju na nepostojanje statistički značajnih razlika između sportaša i nesportaša prilikom spirometrijskih mjerenja ( $t=0,61$ ;  $p>0,05$ ).

Prethodni rezultati ukazuju na nepostojanje značajnih razlika te se prema tome može zaključiti pitanje prvog specifičnog cilja.

Istraživanjem je postavljen i drugi specifičan cilj, a njime se usporedilo spirometrijsko mjerenje kod adolescenata sportaša pušača u odnosu na sportaše nepušače kao i nesportaša pušača u odnosu na nesportaše nepušače.

Prema rezultatima analize može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika u spirometrijskim mjerenjima kao što je prikazano u tablici u nastavku.

Tablica 4. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između sportaša pušača i sportaša nepušača prilikom spirometrijskih mjerenja (VC%)

VC%	Sportaši pušači	Sportaši nepušači
Aritmetička sredina	86,07	85,75
Varijanca	115,21	141,22
Uzorak	15	36
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat	0,09	
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p</i> -vrijednosti)	0,93	

Temeljem rezultata analize može se zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika između promatranih modaliteta, odnosno sportaši pušači i sportaši nepušači imaju jednaka spirometrijska mjerenja ( $t=0,09$ ;  $p>0,05$ ).

Obavljen je i t-test kako bi se usporedile prethodno promatrane podgrupe i kod spirometrijskog FEV1% mjerenja. Rezultati testiranja nalaze se u nastavku u tablici 5.

Tablica 5. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između sportaša pušača i sportaša nepušača prilikom spirometrijskih mjerenja (FEV1%)

FEV1%	Sportaši pušači	Sportaši nepušači
Aritmetička sredina	99,27	101,31
Varijanca	119,64	265,65
Uzorak	15	36
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat	-0,52	
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p</i> -vrijednosti)	0,61	

Temeljem rezultata analize može se zaključiti da ni prema drugom spirometrijskom mjerenju kod istih podgrupa nema prisutnih statistički značajnih razlika ( $t=-0,52$ ;  $p>0,05$ ).

Nadalje, napravljena je analiza rezultata za podgrupu nesportaša, a rezultati analize prvog spirometrijskog testiranja nalaze se u nastavku u tablici 6.



Tablica 6. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između nesportaša pušača i nesportaša nepušača prilikom spirometrijskih mjerenja (VC%)

VC%	Nesportaš pušač	Nesportaš nepušač
Aritmetička sredina	84,13	83,92
Varijanca	140,29	197,58
Uzorak	24	25
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat		0,06
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p</i> -vrijednosti)		0,96

Temeljem rezultata analize uočava se da ne postoje statistički značajne razlike između nesportaša pušača i nesportaša nepušača ( $t=0,06$ ;  $p>0,05$ ).

Provedeno je i testiranje ispitanika istih kategorija samo prema FEV1% spirometrijskom mjerenju. Rezultati analize prikazani su u nastavku u tablici 7.

Tablica 7. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između nesportaša pušača i nesportaša nepušača prilikom spirometrijskih mjerenja (FEV1%)

FEV1%	Nesportaš pušač	Nesportaš nepušač
Aritmetička sredina	97,25	100,52
Varijanca	143,50	286,43
Uzorak	24	25
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat		-0,78
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p</i> -vrijednosti)		0,44

Temeljem rezultata analize niti kod ovog spirometrijskog mjerenja nisu pronađene statistički značajne razlike. Može se zaključiti da nesportaši pušači i nesportaši nepušači u prosjeku ostvaruju jednaka spirometrijska mjerenja ( $t=-0,78$ ;  $p<0,05$ ).

Nastavno na prethodno, treći specifični cilj bio je usporedba rezultata spirometrijskog mjerenja s obzirom na spol, odnosno željelo se istražiti potencijalno postojanje statistički značajnih razlika u spirometrijskim mjerenjima s obzirom na spol ispitanika.

Rezultati provedenog testiranja predočeni su u tablici 8. u nastavku.

*Tablica 8. Deskriptivna statistika i testiranje statistički značajnih razlika između nesportaša pušača i nesportaša nepušača prilikom spirometrijskih mjerenja (VC%)*

<i>VC%</i>	<i>Muškarci</i>	<i>Žene</i>
Aritmetička sredina	84,77	82,14
Varijanca	181,48	133,05
Uzorak	35	14
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat	0,69	
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p-vrijednosti</i> )	0,50	

Rezultati analize ukazuju na nepostojanje statistički značajnih razlika između muškaraca i žena kod usporedbe VC% spirometrijskog mjerenja ( $t=0,69$ ;  $p>0,05$ ).

Nadalje, proveden je t-test i za drugi dio spirometrijskog mjerenja (FEV1%), čiji se rezultati nalaze u tablici 9 u nastavku.

*Tablica 9. Deskriptivna statistika i testiranje statistiki značajnih razlika između nesportaša pušača i nesportaša nepušača prilikom spirometrijskih mjerenja (FEV1%)*

<i>FEV1%</i>	<i>Muškarci</i>	<i>Žene</i>
Aritmetička sredina	100,34	95,36
Varijanca	231,88	167,17
Uzorak	35	14
Nulta hipoteza	Ne postoje statistički značajne razlike	
t Stat	1,16	
Empirijska razina signifikantnosti ( <i>p-vrijednosti</i> )	0,26	

Temeljem rezultata analize može se zaključiti da ne postoje statistički značajne razlike među spolovima kod spirometrijskih mjerenja FEV1% ( $t=1,16$ ;  $p>0,05$ ).

Također, odrađena je i statistička obrada podataka kako bi se odgovorilo na četvrti specifični cilj istraživanja koji se odnosi na usporedbu rezultata spirometrijskog mjerenja s obzirom na dob ispitanika.

Rezultati analize nalaze se u tablici 10 u nastavku.

Tablica 10. Analiza varijance i testiranje statistički značajnih razlika između promatranih ispitanika, obzirom na dob prilikom spirometrijskih mjerenja (VC%)

Analiza varijance					
Izvor varijacije	Zbroj kvadrata	Stupnjevi slobode	Sredina kvadrata	F	P-vrijednost
Protumačena odstupanja	437,7732	2	218,8866	1,498274	0,228642
Neprotumačena odstupanja	14170,98	97	146,0925		
Ukupna odstupanja	14608,75	99			

Rezultati analize pokazuju da neovisno o dobi ispitanika nisu prisutne statistički značajne razlike u spirometrijskim mjerenjima VC% ( $F=1,50$ ;  $p>0,05$ ).

Nastavno, provedeno je i  $F$ -testiranja i za drugi dio spirometrijskog mjerenja FEV1%, a rezultati su prikazani u nastavku u tablici 11.

Tablica 11. Analiza varijance i testiranje statistički značajnih razlika između promatranih ispitanika, obzirom na dob prilikom spirometrijskih mjerenja (FEV1%)

Analiza varijance					
Izvor varijacije	Zbroj kvadrata	Stupnjevi slobode	Sredina kvadrata	F	P-vrijednost
Protumačena odstupanja	687,1118	2	343,5559	1,608734	0,205434
Neprotumačena odstupanja	20715	97	213,5567		
Ukupna odstupanja	21402,11	99			

Temeljem rezultata analize može se zaključiti da ne postoje statistički značajne razlike kod ispitanika neovisno o dobi ispitanika prilikom spirometrijskog mjerenja FEV1% ( $F=1,61$ ;  $p>0,05$ ).

Generalni zaključak na temelju rezultata provedenog istraživanja je da ne postoje statistički značajne razlike u spirometrijskim mjerenjima između pušača i nepušača adolescenata, kao niti između sportaša i nespportaša.

## 5. RASPRAVA

Ranije u uvodu spomenuto je kako je disanje izmjena plinova između vanjske sredine (atmosfera) i alveolarnih prostora u plućima i obratno, te kako se ispituje i metodom spirometrije. Spirometrijskim mjerenjem mjere se plućni obujmi (volumeni i kapaciteti) i veličina protoka zraka (ili otpor strujanju zraka) u dišnim putovima. Dobiveni rezultati se uspoređuju s referentnim (normalnim) vrijednostima, prema spolu, životnoj dobi, visini i težini tijela.

Rezultati istraživanja pokazuju prilično jednaku raspodjelu kada je u pitanju bavljenje sportom, 51% ispitanika promatranog uzorka bavi se sportom, dok se 49% ispitanika ne bavi sportom. Uzevši u obzir osjetljivu dob ispitanika, čak 63% ispitanika je u dobi između 17 i 18 godina, ne začuđuje činjenica kako veliki uzorak ispitanika čine dječaci (83%), a tek manji dio (17%) djevojčice. Iako se neznatno više ispitanika bavi sportom, samo 2%, ohrabrujući je podatak kako je ipak veći broj ispitanika nepušača (61%). S druge pak strane, ako uzmemo u obzir dobnu strukturu ispitanika, gdje gotovo 24% ispitanika ima 16 godina, svakako je zabrinjavajući postotak pušača (39%).

Prema Mišigoj-Duraković (2008.), djevojke dosežu 98% konačne visine prosječno sa 16 godina i šest mjeseci, a mladići s od prilike 17 godina (70). Ako govorimo o prosječnim visinama dječaka i djevojčica, prema istraživanju Šegregura i Kuhar (2012.), prosječna visina adolescenata između 16 i 18 godina je 174,2 centimetra, što je malo manje od prosječne visine ispitanika ovog istraživanja. Ona iznosi 177,98 centimetara, ali veće brojke možemo pripisati većem broju muških ispitanika. Na slici 12. prikazane su tjelesne visine dječaka i djevojčica, prema Šegregur i Kuhar, (2012.) (71).

Antropometrijska i motorička mjerenja	Spol	15 godina (X±SD)	16 godina (X±SD)	17 godina (X±SD)	18 godina (X±SD)
Tjelesna visina* (cm)	M	177,6±6,09	181,1±5,99	182,0±5,81	182,5±5,94
	Ž	166,4±7,22	167,6±6,91	168,1±7,02	168,2±6,74

*Slika 13. Tjelesna visina dječaka i djevojčica, prema Šegregur i Kuhar*

*Izvor: Odstupanja antropometrijskih i motoričkih obilježja gimnazijalaca od uobičajeno korištenih normativnih vrijednosti (71)*

Ako govorimo o rezultatima spirometrijskog testiranja, koje je podsjetimo mjereno MicroLab 3300 spirometrom, Mk4, nakon pravilno provedene kalibracije mjernog instrumenta i pravilno

pozicionirane krivulje, uočavamo kako su prosječne apsolutne spirometrijske vrijednosti vitalnog kapaciteta bile 4,30 (VC), dok su vrijednosti forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi 4,25 (FEV1). Napomenimo kako su normalne, odnosno referentne vrijednosti VC-a, sve vrijednosti iznad 80%, dok su normalne vrijednosti FEV1 iznad 70-80% (72). VC je najčešće smanjen kod kroničnih opstruktivnih stanja kao što su na primjer, astma ili kronični bronhitis. Referentne vrijednosti spirometrijskih parametara dobivaju se unošenjem podataka o samom pacijentu. Bitni podaci za dobivanje dobrih spirometrijskih referentnih vrijednosti su spol, dob, visina i pušački status. S obzirom na to da je Hrvatska pretežito zemlja bijele rase onda se rasna pripadnost, koja je također bitan parametar za spirometrijski nalaz, automatski postavlja na uređaju i mijenja jedino u slučaju potrebe.

Predviđene, odnosno prediktivne vrijednosti spirometrijskih mjerenja najčešće se upotrebljavaju prema najčešćim referentnim vrijednostima: *European Coal and Steel Community (ECSC)* (1971.), *European Respiratory Society (ERS)* (1993.) i *Global Lung Initiative (GLI)* (2012.) (73). Vrijednosti uspoređivane ovim radom zapravo se nazivaju i „mala spirometrija“ jer ona upravo mjeri ta tri najrelevantnija parametra: VC, FEV1 i Tiffeneauov index, odnosno omjer te dvije varijable (72).

Smanjenje vitalnog kapaciteta govori nam o promjenama u plućnom tkivu kao što su emfizem pluća ili fibrozni procesi, promjenama u pleuralnom prostoru, na primjer, tumorima pluća, promjenama u respiratornoj muskulaturi kao što je pareza ili paraliza dijafragme i još neke druge (74). Analizom dobivenih podataka istraživanjem je utvrđeno kako ne postoji statistički značajna razlika između sportaša i nespportaša kod VC% spirometrijskih mjerenja ( $t=1,98$ ;  $p>0,05$ ).

Već je ranije spomenuto kako je osnovni uzrok smanjenja FEV1 opstrukcija strujanju zraka u većim ili manjim dišnim putovima. Ako opstrukcija nastane u većim dišnim putovima govorimo o spazmu, edemu sluznice ili pak ekspiratornom kolapsu, dok kod opstrukcije manjih dišnih puteva govorimo o čestoj pojavi danas, a to je kronični opstruktivni sindrom (75). Kao i kod VC% rezultati analize ukazuju na nepostojanje statistički značajnih razlika između sportaša i nespportaša prilikom spirometrijskih mjerenja FEV1 ( $t=1,98$ ;  $p>0,05$ ).

Analizom ovih dvaju parametara možemo zaključiti kako u adolescentskoj dobi još uvijek ne postoji značajna razlika između sportaša i nespportaša. Istraživanjem Lazović i sur. (2017.) provedenom na više od 100 ispitanika također nije uočena značajniju razliku u plućnoj funkciji između mladih sportaša i njihov vršnjaka nespportaša (76). Jedina uočena razlika, uvidom u literaturu je ona u plućnoj funkciji između sportaša određenih sportova. Tako na primjer veslači,

vaterpolisti i košarkaši imaju statistički značajnu razliku u VC, i FEV1 u odnosu na zdrave vršnjake koji se ne bave sportom, dok nogometaši i odbojkaši imaju nešto niže izmjerene vrijednosti VC i FEV1 parametara u odnosu na kontrolnu skupinu (77).

Ako pogledamo rezultate spirometrijskog mjerenja kod adolescenata sportaša pušača u odnosu na sportaše nepušače ni ovdje ne postoji statistički značajna razlika, kao niti kod usporedbe nesportaša pušača u odnosu na nesportaše nepušače. Pregledom literature može se zaključiti kako je najbolje vrijeme za sprečavanje obolijevanja od bolesti povezanih s pušenjem mlada životna dob, jer se plućna funkcija s vremenom ionako smanjuje. U toj činjenici može i ležati razlog zašto ne postoji statistički značajna razlika između usporedbe pušača i nepušača (78).

Također, uvidom u literaturu najveća statistički značajna razlika pronalazi se uglavnom na plućnu osjetljivost između bivših i sadašnjih pušača (79). Značajne razlike pronalaze se kod pušača i nepušača ovisno o vrsti pušenja duhana. Velika petogodišnja studija provedena na 3 139 muškaraca i 4 986 žena, starijih od 20 godina otkrila je značajan nepovoljan učinak pušenja na pad plućne funkcije kod onih pušača koji su izravno udisali duhanski dim, no u toj studiji nisu bili uključeni aktivni pušači (80).

Rezultati ovog istraživanja specifični su zbog dobno ograničene testirane skupine, specifičnosti uključnog kriterija, a to je sport. Neka ranije provedena istraživanja pokazala su da postoje znatne razlike između skupina sportaša i nesportaša na području ventilacijske funkcije pluća, pa se može zaključiti da je utjecaj sportske aktivnosti od iznimnoga značenja za razvoj ventilacijskih parametara mladih sportaša, u ovom istraživanju radilo se o vaterpolistima i jedriličarima za koje smo već ranije spomenuli kako imaju iznimno visoke rezultate mjerenja plućne funkcije (81).

Nadalje, istraživanjem je ispitivano postojanje statistički značajnih razlika u spirometrijskim mjerenjima s obzirom na spol ispitanika. Slične studije pokazale su vrijednosti svih parametara plućne funkcije zabilježene niže kod ženskih ispitanica u odnosu na muške (82). Već je ranije spomenuto kako je fiziološki normalno da muški ispitanici s obzirom na konstituciju imaju više rezultate plućne funkcije te u ovom specifičnom cilju nije bilo ni očekivano pronalaženje statistički značajnijih razlika, kao niti razlika u VC% i FEV1%

Četvrti specifični cilj istraživanja koji se odnosi na usporedbu rezultata spirometrijskog mjerenja s obzirom na dob ispitanika također nije pokazao kako VC% i FEV1% imaju statističku značajnost ovisnu o dobi ispitanika. Razlog tomu može biti u kratkoći treniranja pojedinih igrača i relativnoj mladoj prosječnoj dobi ispitanika. U pojedinim istraživanjima pronađene su statistički značajne

razlike u dobi ispitanika, ali su ta istraživanja obuhvaćala više dobnih kategorija, od kadeta do seniora. Najveće razlike u plućnoj funkciji (FEV1%) uočene su upravo između najmlađih i najstarijih kategorija, a kao mogući razlog navodi se lošija kondicijska pripremljenost seniorskih ispitanika posebice u anaerobnoj komponenti. Prema nekim autorima FEV1 može biti povezan i s trenažnim postupcima jer upravo on predstavlja snagu dišne muskulature (83). Dobivene vrijednosti VC nisu značajne između seniorskih i juniorskih prvotimaca (84).

Prikazani rezultati još su jednom pokazali neophodnu važnost respiratornog treninga od najmlađih dobnih kategorija jer se na snagu i jakost respiratorne muskulature može utjecati, baš kao i na snagu i jakost skeletne muskulature no naši treneri i zdravstveni stručnjaci još uvijek u velikoj mjeri upravo takve treninge zaobilaze i izbjegavaju. U profesionalnim nogometnim klubovima, vrhunski igrači takve treninge rade najčešće sa svojim privatnim fizioterapeutima.

## 6. ZAKLJUČAK

Analizom i testiranjem plućne funkcije adolescenata sportaša i nesportaša te pušača i nepušača nisu ustanovljene statistički značajne razlike. Ono što se nameće kao jedan o mogućih razloga definitivno je dobna ograničenost samih ispitanika te relativno kratko vrijeme treniranja gdje u mladom organizmu još ne postoje značajnije razlike u rezultatima. Također, s obzirom na relativno mladu dom i na sreću, kratak pušački status među ispitanicima se ne primjećuje razlika u mjerenju kao kod višegodišnjih stalnih pušača.

Pregledom literature svakako je optimistično kako sportaši, posebice nekih specifičnih sportova, imaju iznadprosječne rezultate u odnosu na referentne vrijednosti prosječne populacije, a plućna funkcija, iako to ovim radom nije dokazano, bolja je kod sportaša, čak i mladih u odnosu na one koji se nave fizičkom aktivnošću. Razlike u VC% i FEV1% nisu uočene, no takve se razlike najčešće pronalaze kada se istraživanjem obuhvati više dobnih kategorija, a ne samo adolescenata jer oni značajnije mogu ovisiti i o vremenu treniranja.

Dobiveni rezultati mogu nam dati za pravo da zaključimo kako bavljenje sportom ostavlja pozitivan učinak na plućnu funkciju, ali i zabrinjavajuć broj mladih koji fizički nisu aktivni. Također rezultati daju za pravo da zaključimo kako bi respiratorni treninzi trebali biti neizostavni dio svakog sportskog kluba i imati jednaki status kao i sve ostale vrste treninga koje se već desetljećima redovito provode u gotovo svim sportskim klubovima.

Neupitan je zaključak kako je duhanske proizvode potrebno zaobilaziti u širokom luku, a djecu što masovnije upisivati na sportske aktivnosti ili barem poticati na što češće bavljenje fizičkom aktivnošću i boravkom na otvorenom. Danas, možda više nego ikada prije, potrebno je nove, mlade generacije odvojiti od digitalnih medija i ekrana, a već od ranih dana usaditi im kulturu kretanja i aktivnom načina života, a ne onog sjedilačkog.



## 7. SAŽETAK

Uvod i cilj istraživanja:

Respiratorni sustav i disanje jedni su od najvažnijih fizioloških mehanizama ljudskog tijela, a pušenje i općenito konzumacija duhanskog dima, što kroz aktivno, što kroz pasivno pušenje jedan od vodećih javno zdravstvenih problema današnjice, posebice među mladom populacijom. Poznavanje anatomskih karakteristika respiratornog sustava preduvjet je dobrom poznavanju i očitavanju testiranja tog sustava. Najpoznatija i najprimjenjiviji metoda testiranja plućne funkcije naziva se spirometrija. Rezultati spirometrije u kratkom vremenu i na jednostavan način daju uvid u rezultate plućne funkcije ispitanika.

Metode istraživanja:

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 100 ispitanika, juniora, kadeta i pionira Nogometnog kluba Osijek i Ženskog nogometnog kluba Osijek kao i adolescenata iste dobi iz Mjesnih zajednica grada Osijeka, a koji se ne bave sportom. Prvi dio istraživanja obuhvaćao je kratki upitnik s općim, demografskim pokazateljima koji su ispunjavali sami ispitanici dok je drugi dio bio test plućne funkcije spirometrom *MicroLab 3300 Spirometer Mk4*.

Rezultati:

Istraživanje je provedeno na uzorku od ukupno 100 ispitanika djevojčica (17%) i dječaka (83%), Najčešća dob ispitanika je između 17 i 18 godina (63%). 24% ispitanika imalo je 16 godina, dok je najmanji broj ispitanika imao 19 i više godina (13%). 51% ispitanika promatranog uzorka bavi se sportom, dok se 49% ispitanika ne bavi sportom. 39% ispitanika izjasnilo se da su pušači, dok je nepušača zahvaćenih istraživanjem bilo 61%. Prosječna visina ispitanika bila je 177,98 centimetara, dok su prosječne apsolutne spirometrijske vrijednosti bile 4,30 (VC), i 4,25 (FEV1). Statističkom analizom na temelju rezultata provedenog istraživanja ustanovljeno je da ne postoje statistički značajne razlike u spirometrijskim mjerenjima između pušača i nepušača adolescenata, kao niti između sportaša i nesportaša, a testiranim prema specifičnim ciljevima istraživanja.

Zaključak:

Bavljenje sportom svakako ostavlja pozitivan učinak na plućnu funkciju, ali je i zabrinjavajuć broj mladih koji fizički nisu aktivni. Plućna funkcija je varijabla na koju se može utjecati te je neupitan je zaključak kako je duhanske proizvode potrebno zaobilaziti u širokom luku, a djecu što

masovnije upisivati na sportske aktivnosti ili barem poticati na što češće bavljenje fizičkom aktivnošću i boravkom na otvorenom kako bismo iza sebe ostavili zdrav i fizički aktivan naraštaj.

Ključne riječi: tjelesna aktivnost, plućna funkcija, spirometrija, adolescenti

## **SUMMARY**

### **Introduction:**

Respiratory system and respiration are some of the most important physiological mechanisms of the human body. Smoking and consumption of tobacco, both through active and passive smoking, is one of the leading public health problems today, especially among young people. Anatomical characteristics of the respiratory system knowledge is a prerequisite for good reading and testing of that system. The best known and most widely used method of testing lung function is called spirometry. In a short time, the results of spirometry in a simple way give an insight look into the results of the lung function of the subjects.

### **Subjects and methods:**

The study included a total of 100 respondents, juniors, cadets and pioneers of the Osijek Football Club and the Osijek Women's Football Club, as well as adolescents from the Local Communities of the City of Osijek, of the same age, who do not play sports. The first part of the study included a short questionnaire with general, demographic indicators filled out by the subjects themselves while the second part was a lung function test with a MicroLab 3300 Spirometer Mk4 spirometer.

### **Results:**

The study was conducted on a sample of a total of 100 respondents girls (17%) and boys (83%), The most common age of respondents is between 17 and 18 years (63%). 24% of respondents were 16 years old, while the smallest number of respondents was 19 years old and older (13%). 51% of respondents in the observed sample are involved in sports, while 49% of respondents are not involved in sports. 39% of respondents said they are smokers, while 61% of them are non-smokers. The average height of the subjects was 177.98 centimeters, while the average absolute spirometric values were 4.30 (VC), and 4.25 (FEV1). Statistical analysis based on the results of the study found that there are no statistically significant differences in spirometric measurements between smokers and non-smokers adolescents, as well as between athletes and non-athletes, according to research objectives.

### **Conclusion:**

Playing sports certainly has a positive effect on lung function, but it is also a worrying number of young people who are not physically active. Pulmonary function is a variable that can be influenced and it is unquestionable to conclude that tobacco products should be bypassed in a wide

arc, and children should enroll in sports activities as much as possible. At least we should encourage youngs to engage in physical activity and stay outdoors as much as possible, to leave a healthy and physically active generation behind us.

Keywords: physical activity, lung function, spirometry, adolescents

## 8. LITERATURA

1. Jha P, Ramasundarathetig C, Landsman V, Rostron B, Thun M, Anderson RN, et al. 21st-century hazards of smoking and benefits of cessation in the United States. *N Engl J Med*. 2013 Jan 24;368(4):341–50.
2. Carson K V., Brinn MP, Labiszewski NA, Esterman AJ, Chang AB, Smith BJ. Community interventions for preventing smoking in young people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2011.
3. WHO. WHO TobLabNet methods for measuring priority contents and emissions in tobacco and related products [Internet]. 2020. Available from: file:///D:/Users/NEBRISATI/Lea/Downloads/WHO-HEP-HPR-2020.1-eng.pdf
4. WHO. Tobacco, impact [Internet]. 2020. Available from: [https://www.who.int/health-topics/tobacco#tab=tab\\_2](https://www.who.int/health-topics/tobacco#tab=tab_2)
5. Rimmer M. Price and trade: World No Tobacco Day 2015. *Tob Control* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2020 May 29];24(e2):e123-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26025095>
6. mr. Ankica Džono Boban, dr. med. spec. javnog zdravstva. Pušenje u brojkama [Internet]. Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije. 2020. Available from: <https://www.zzjzdnz.hr/hr/zdravlje/pusenje-i-zdravlje/446>
7. WHO | Global youth tobacco survey (GYTS). WHO. 2016;
8. Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, et al. The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. Vol. 380, *The Lancet*. Lancet Publishing Group; 2012. p. 294–305.
9. Wu XY, Han LH, Zhang JH, Luo S, Hu JW, Sun K. The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. *PLoS One*. 2017 Nov 1;12(11).
10. Duhan – Wikipedija [Internet]. [cited 2020 Jul 1]. Available from: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Duhan>
11. Daniels GM. Pušenje: Kako i zašto zauvijek prestati. Zagreb: Publikum;

12. Rang HP et al. Farmakologija. 5th editio. Zagreb: Golden marketing- Tehnička knjiga;
13. Šimunić M. Zašto ne pušiti?, Priručnik za suzbijanje pušenja. Zagreb: Vlastita naklada;
14. . Katić, M., Švab I et al. Obiteljska medicina. Zagreb: Alfa;
15. Shapiro S. Prevencija pušenja. Zagreb: Forum za slobodu odgoja;
16. D. Perković MČ. Stavovi mladih korisnika Facebooka iz Hrvatske o pušenju duhana. Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet;
17. Hrabak-žerjavić V, Kralj V. Pušenje kao javnozdravstveni problem Umjesto riječi urednice teme: Pušenje - čimbenik rizika za zdravlje (Instead of editor's introduction: Smoking - a risk factor for health ). Vol. 3. 2007.
18. Stanić L. Pušenje : obitelj, škola, učenički dom. Rijeka: Izdavački centa;
19. Fritsch H (Helga), Kühnel W. Priručni anatomski atlas, 2. svezak, unutarnji organi. 7 izdanje. Vinter I, editor. Zagreb: Medicinska naklada. Zagreb; 93–138 p.
20. Ines. Zdravstvena njega bolesnika sa KOPB-om.
21. Medved R. Sportska medicina. Zagreb: Jumena;
22. . Krmpotić-Nemanić, J., Marušić A. Anatomija čovjeka 2.dio. Zagreb: Medicinska naklada. Zagreb;
23. Rak pluća - Onkologija [Internet]. [cited 2020 Jul 6]. Available from: <http://www.onkologija.hr/rak-pluca/>
24. Hall G i. Medicinska fiziologija. In: Andreis I, Kukulja Taradi S, Taradi M, editors. 13th ed. Zagreb: Medicinska naklada. Zagreb; p. 497–557.
25. MSD medicinski priručnik za pacijente: Bolesti pluća i dišnih putova [Internet]. [cited 2020 Jul 6]. Available from: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/bolesti-pluca-i-disnih-putova>
26. Platzer W. Priručni anatomski atlas, Prvi svezak: Sustav organa za pokretanje. Vinter I, editor. Zagreb: Medicinska naklada. Zagreb; 2003. 461 p.
27. Muscles of Respiration - Physiopedia [Internet]. [cited 2020 Jul 6]. Available from:

[https://www.physio-pedia.com/Muscles\\_of\\_Respiration](https://www.physio-pedia.com/Muscles_of_Respiration)

28. MSD priručnik dijagnostike i terapije: Pregled mehaničke ventilacije [Internet]. [cited 2020 Jul 10]. Available from: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/kriticna-stanja/zatajivanje-disanja-i-mehanicka-ventilacija/pregled-mehanicke-ventilacije>
29. Putz, R., Pabst R. Sobotta : Atlas anatomije čovjeka. A. M, editor. Zagreb: Naknada Slap;
30. Borland R, Yong HH, Wilson N, Fong GT, Hammond D, Cummings KM, et al. How reactions to cigarette packet health warnings influence quitting: Findings from the ITC Four-Country survey. *Addiction*. 2009 Apr;104(4):669–75.
31. Borland R, Wilson N, Fong GT, Hammond D, Cummings KM, Yong HH, et al. Impact of graphic and text warnings on cigarette packs: Findings from four countries over five years. *Tob Control* [Internet]. 2009 Oct [cited 2020 Jul 6];18(5):358–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19561362/>
32. Miller CL, Hill DJ, Quester PG, Hiller JE. Impact on the Australian Quitline of new graphic cigarette pack warnings including the Quitline number. *Tob Control* [Internet]. 2009 Jun 1 [cited 2020 Jul 6];18(3):235–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19211613/>
33. Hammond D, Fong GT, Borland R, Cummings KM, McNeill A, Driezen P. Text and Graphic Warnings on Cigarette Packages. Findings from the International Tobacco Control Four Country Study. *Am J Prev Med*. 2007;32(3):202–9.
34. Armstrong LE, Maresh CM, Gabaree C V., Hoffman JR, Kavouras SA, Kenefick RW, et al. Thermal and circulatory responses during exercise: Effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *J Appl Physiol* [Internet]. 1997 [cited 2020 Jul 6];82(6):2028–35. Available from: <http://www.jap.org>
35. Noakes TD, Adams BA, Myburgh KH, Greeff C, Lotz T, Nathan M. The danger of an inadequate water intake during prolonged exercise - A novel concept re-visited. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* [Internet]. 1988 Mar [cited 2020 Jul 6];57(2):210–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3349989/>
36. Everett SA, Warren CW, Sharp D, Kann L, Husten CG, Crossett LS. Initiation of cigarette

- smoking and subsequent smoking behavior among U.S. High school students. *Prev Med (Baltim)* [Internet]. 1999 [cited 2020 Jul 7];29(5):327–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10564623/>
37. Growing up unequal: gender and socioeconomic differences in young people's health and well-being - University of St Andrews [Internet]. [cited 2020 Jul 6]. Available from: [https://risweb.st-andrews.ac.uk/portal/en/researchoutput/growing-up-unequal-gender-and-socioeconomic-differences-in-young-peoples-health-and-wellbeing\(43a92f40-6a27-48d0-a224-fc9b0c75ef2e\)/export.html](https://risweb.st-andrews.ac.uk/portal/en/researchoutput/growing-up-unequal-gender-and-socioeconomic-differences-in-young-peoples-health-and-wellbeing(43a92f40-6a27-48d0-a224-fc9b0c75ef2e)/export.html)
  38. Khuder SA, Dayal HH, Mutgi AB. Age at smoking onset and its effect on smoking cessation. *Addict Behav* [Internet]. 1999 Sep [cited 2020 Jul 6];24(5):673–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10574304/>
  39. Koutsokera A, Kiagia M, Saif MW, Souliotis K, Syrigos KN. Nutrition habits, physical activity, and lung cancer: An authoritative review [Internet]. Vol. 14, *Clinical Lung Cancer*. Clin Lung Cancer; 2013 [cited 2020 Jul 7]. p. 342–50. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23375445/>
  40. Borland R, Wilson N, Fong GT, Hammond D, Cummings KM, Yong HH, et al. Impact of graphic and text warnings on cigarette packs: Findings from four countries over five years. *Tob Control* [Internet]. 2009 Oct [cited 2020 Jul 7];18(5):358–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19561362/>
  41. The Health Effects of Cigarette Smoking | Health And Medical Information [Internet]. [cited 2020 Jul 6]. Available from: <https://viviennebalonwu.wordpress.com/2017/08/12/the-health-effects-of-cigarette-smoking/>
  42. Reitsma MB, Fullman N, Ng M, Salama JS, Abajobir A, Abate KH, et al. Smoking prevalence and attributable disease burden in 195 countries and territories, 1990-2015: A systematic analysis from the global burden of disease study 2015. *Lancet*. 2017 May 13;389(10082):1885–906.
  43. Zagreb. Uporaba sredstava ovisnosti u hrvatskom društvu ISTRAŽIVANJE NA OPĆOJ POPULACIJI.
  44. Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, Etnier JL, Lee S, Tomporowski P, et al. Physical



- activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review [Internet]. Vol. 48, *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Lippincott Williams and Wilkins; 2016 [cited 2020 Jul 1]. p. 1197–222. Available from: </pmc/articles/PMC4874515/?report=abstract>
45. Caspersen CJ, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* [Internet]. 1985 [cited 2020 Jul 7];100(April):126–31. Available from: </pmc/articles/PMC1424733/?report=abstract>
  46. Thivel D, Tremblay A, Genin PM, Panahi S, Rivière D, Duclos M. Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. *Front Public Heal* [Internet]. 2018 Oct 5 [cited 2020 Jul 7];6:288. Available from: </pmc/articles/PMC6182813/?report=abstract>
  47. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology [Internet]. Vol. 13, *Journal of Science and Medicine in Sport*. J Sci Med Sport; 2010 [cited 2020 Jul 7]. p. 496–502. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20005170/>
  48. Leavitt MO, Downing GJ. Toward a future of personalized cancer care. *Cancer* [Internet]. 2008 Oct 1 [cited 2020 Jul 7];113(S7):1724–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/cncr.23641>
  49. Noakes TD, Adams BA, Myburgh KH, Greeff C, Lotz T, Nathan M. The danger of an inadequate water intake during prolonged exercise - A novel concept re-visited. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* [Internet]. 1988 Mar [cited 2020 Jul 7];57(2):210–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3349989/>
  50. Morrison MA, Spriet LL, Dyck DJ. Pyruvate ingestion for 7 days does not improve aerobic performance in well-trained individuals. *J Appl Physiol*. 2000;89(2):549–56.
  51. Zašto je važna tjelesna aktivnost | Školica pravilne prehrane [Internet]. [cited 2020 Jul 7]. Available from: <http://skolica-prehrane.rijeka.hr/tjelesna-aktivnost/zasto-je-vazna-tjelesna-aktivnost/>
  52. Friedenreich CM OM. Physical Activity and Cancer Prevention: Etiologic Evidence and Biological Mechanisms - PubMed. *J Nutr* [Internet]. 2002 [cited 2020 Jul

- 7];132(11):3456–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12421870/>
53. Fakultet K, Marđetko K. SVEUČILIŠTE U ZAGREBU TJELESNA AKTIVNOST U PREVENCIJI RAKA PLUĆA diplomski rad.
  54. Odphp. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans [Internet]. [cited 2020 Jul 7]. Available from: [www.health.gov/paguidelines](http://www.health.gov/paguidelines)
  55. D. M. Teorija treninga, Kineziologija sporta. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2013.
  56. D'Avanzo B, La Vecchia C, Negri E. Age at starting smoking and number of cigarettes smoked. *Ann Epidemiol* [Internet]. 1994 [cited 2020 Jul 7];4(6):455–9. Available from: <https://moh-it.pure.elsevier.com/en/publications/age-at-starting-smoking-and-number-of-cigarettes-smoked>
  57. Šaranović SĐ, Vicic J, Pešic I, Tomovic M, Batinic Đ, Antic M, et al. The influence of tobacco use on pulmonary function in elite athletes. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2019 [cited 2020 Jul 7];16(19). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31547175/>
  58. Suárez López de Vergara RG, Galván Fernández C, Oliva Hernández C, Doménech Martínez E, Dorta Delgado JM, Dorta Suárez M. Función pulmonar y exposición al humo del tabaco en adolescentes. *An Pediatría* [Internet]. 2007 Dec [cited 2020 Jul 7];67(6):559–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18053521/>
  59. Moodie C, Mackintosh AM, Hammond D. Adolescents' response to text-only tobacco health warnings: results from the 2008 UK Youth Tobacco Policy Survey. [cited 2020 Jul 7]; Available from: <https://academic.oup.com/eurpub/article-abstract/20/4/463/635402>
  60. MicroLab Operating Manual Indications for Spirometry [Internet]. 2012 [cited 2020 May 29]. Available from: [www.mdspiro.com](http://www.mdspiro.com)
  61. Spirometer Working Principle of Spirometer | Electrical4U [Internet]. [cited 2020 Jul 7]. Available from: <https://www.electrical4u.com/spirometer/>
  62. S. Gamulin. Patofiziologija za visoke zdravstvene škole. Zagreb: Medicinska naklada. Zagreb;

63. Spirometrija i plućni volumeni - Zdravlje [Internet]. [cited 2020 Jul 7]. Available from: <https://zdravlje.eu/2011/05/23/spirometrija-i-plucni-volumeni/>
64. MSD priručnik dijagnostike i terapije: Brzine protoka, plućni volumeni i krivulje protok-volumen [Internet]. [cited 2020 Jul 7]. Available from: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/pulmologija/testovi-plucne-funkcije/brzine-protoka-plucni-volumeni-i-krivulje-protok-volumen>
65. Pavlov N. Medicinski fakultet SVEUČILIŠTE U ZAGREBU. 2003.
66. Kory RC. Screening techniques for early pulmonary function impairment. Arch Environ Health [Internet]. 1963 [cited 2020 Jul 7];6(1):155–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14034898/>
67. Oroz D. SVEUČILIŠTE U ZAGREBU MEDICINSKI FAKULTET.
68. MICRO MEDICAL MicroLab 3300 Spirometer Mk4 [Internet]. [cited 2020 Jul 7]. Available from: <https://www.akribis.co.uk/micro-medical-microlab-3300-spirometer-mk4>
69. Software products Compatibility Reports I. Software Product Compatibility Reports Detailed System Requirements Product SPSS Statistics Desktop 24.0.0.0 SPSS Statistics Desktop 24.0.0.0 Detailed System Requirements.
70. CROSBİ [Internet]. [cited 2020 Jul 9]. Available from: <https://www.bib.irb.hr/331276>
71. Šegregur D, Kuhar V. Odstupanja antropometrijskih i motoričkih obilježja gimnazijalaca od uobičajeno korištenih normativnih vrijednosti. Vol. 27, Hrvatski športskomedicinski vjesnik. Hrvatski olimpijski odbor; 2012 Jul.
72. Šehović M, Tuzla ". Poliklinika za plućne bolesti Zdravstvene i nastavne ustanove Dom zdravlja Sp Sp i i rometrija i interpretacija rometrija i interpretacija spirometrijskih nalaza spirometrijskih nalaza.
73. Cioffi DL, Leso V, Carbone U, Iavicoli I. Spirometric reference values in the occupational medicine practice. Toxicol Ind Health [Internet]. 2020 Feb 13 [cited 2020 Jul 10];36(2):55–62. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0748233720912059>

74. Age of Smoking Initiation: Implications for Quitting - PubMed [Internet]. [cited 2020 Jul 10]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9836879/>
75. Jurković M, RAD Zagreb D. SVEUČILIŠTE U ZAGREBU MEDICINSKI FAKULTET  
Liječenje stabilne kronične opstruktivne plućne bolesti.
76. Lazovic B, Zlatkovic-Svenda M, Grbovic J, Milenković B, Sipetic-Grujicic S, Kopitovic I, et al. Comparison of lung diffusing capacity in young elite athletes and their counterparts. *Rev Port Pneumol (English Ed [Internet])*. 2018 [cited 2020 Jul 10]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29174581/>
77. Mazic S, Lazovic B, Djelic M, Suzic-Lazic J, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, et al. Respiratory parameters in elite athletes - does sport have an influence? *Rev Port Pneumol [Internet]*. 2015 [cited 2020 Jul 10];21(4):192–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25926244/>
78. Khan A, Shabbir K, Ansari JK, Zia N. Comparison of forced expiratory volume in one second (FEV1) among asymptomatic smokers and non-smokers. *J Pak Med Assoc [Internet]*. 2010 Mar 1 [cited 2020 Jul 10];60(3):209–13. Available from: <https://europepmc.org/article/med/20225780>
79. Xu X, Weiss S, Rijcken B, Schouten J. Smoking, changes in smoking habits, and rate of decline in FEV1: new insight into gender differences. *Eur Respir J*. 1994;7(6).
80. Lange P, Groth S, Nyboe J, Mortensen J, Appleyard M, Jensen G, et al. Decline of the lung function related to the type of tobacco smoked and inhalation. *Thorax [Internet]*. 1990 [cited 2020 Jul 10];45(1):22–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2321172/>
81. Hraste M, Lozovina V, Radmilo T. VENTILACIJSKE FUNKCIJE PLUĆA MLADIH JEDRILIČARA I VATERPOLISTA. *NAŠE MORE Znan časopis za more i Pomor*. 2009 Jun 13;56(1–2):72–6.
82. Choudhuri D, Choudhuri S. Effect of gender and body mass index on pulmonary function tests in adolescents of tribal population of a north eastern state of India. *Indian J Physiol Pharmacol [Internet]*. 2014 [cited 2020 Jul 13];58(2):170–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25509970>

83. Hraste M, Lozovina V LM. Utjecaj višegodišnjeg treninga na statičke i dinamičke plućne volumene i kapacitete mladih vaterpolista. NAŠE MORE Znan časopis za more i Pomor. 2005;55(3–4).
84. Nikola Foretić, Ognjen Uljević, Nenad Rogulj MM. PULMONARY FUNCTION OF DIFFERENT AGE CATEGORY HANDBALL PLAYERS. Hrvat športskomedicinski Vjesn [Internet]. 28:47–51. Available from: file:///D:/Users NE BRISATI/Lea/Downloads/foretic.pdf

## 9. PRILOZI

### *Prilog 1. Obavijest i suglasnost za ispitanike i roditelje*

#### OBAVIJEST ZA ISPITANIKE

Poštovani, pozivamo Vas da sudjelujete u istraživanju u kojem se ispituje povezanost tjelesne aktivnosti i pušenja kod sportaša i ne sportaša adolescenata. Istraživanje se provodi u svrhu izrade diplomskog rada Ree Česir, studentice diplomskog studija fizioterapije, na temu "*Tjelesna aktivnost i pušenje- utjecaj na dišni sustav kod adolescenata*". Cilj rada je usporediti rezultate spirometrijskog mjerenja adolescenata sportaša u odnosu na adolescente ne sportaše kao i uvidjeti broj pušača unutar svake skupine. Istraživanje je anonimno, a Vaše sudjelovanje dobrovoljno i možete se slobodno i bez ikakvih posljedica povući u bilo koje vrijeme, bez navođenja razloga. Rezultati ankete koristiti će se jedino i isključivo u svrhu provedbe ovog istraživanja i biti će u potpunosti anonimni.

#### SUGLASNOST ZA SUDJELOVANJE\*

Potvrđujem da sam dana \_\_\_\_\_ pročitao/pročitala obavijest za gore navedeno istraživanje, te sam imao/imala priliku postavljati pitanja. Znam da je moje sudjelovanje dobrovoljno te da se mogu povući u bilo koje vrijeme, bez navođenja razloga i bez ikakvih posljedica. Obzirom da je cilj istraživanja isključivo izrada diplomskog rada i stručnog rada bez štetnih učinaka i upotrebe podataka u neke druge svrhe, spreman/spremna sam sudjelovati u navedenom istraživanju.

Navedeno potvrđujem vlastoručnim potpisom \_\_\_\_\_

*\*Suglasnot za sudjelovanje za sve maloljetne osobe potpisuje roditelj ili staratelj maloljetne osobe.*

Prilog 2. Anketni upitnik i rezultati spirometrijskog mjerenja

Redni broj:	Dob:		Visina u cm:	
	1. do 16 godina		_____	
	2. 17-18			
	3. 19 i više			
Spol:	Sport:		Pušač:	
1. M	1. DA		1. DA	
2. Ž	2. NE		2. NE	
Ako ste pušač odgovorite na slijedeća pitanja:	Koliko ukupno godina pušite?		Koliko dnevno cigareta popušite?	
	1. do godina		1. 1- 5	
	2. više od 5 godina		2. 5-10	
			3. više od 10	
			4. više od 20 (1 kutija i više)	
Rezultati spirometrije:  (ispunjava ispitivač)	<b>VC:</b>	<b>VC%</b>	<b>FEV1</b>	<b>FEV1%</b>

## **10. KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA**

Ime i prezime: Rea Česir

Datum rođenja: 02.08.1994.

Adresa: Vijenac Ivana Meštrovića 50, 31000 Osijek

Mobitel: 0917297199

E-mail: rea.cesir94@gmail.com

### **Obrazovanje**

2017.-2020. Fakultet zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, smjer Diplomski studij Fizioterapije (*magistar fizioterapije, mag.physioth.*)

2013. - 2016. Veleučilište Lavoslav Ružička u Vukovaru, smjer Preddiplomski studij Fizioterapije (*Prvostupnik fizioterapije, bacc. physioth.*)

2009.- 2013. Prva (opća gimnazija), Osijek