

# Utjecaj bolesti COVID-19 na ravnotežu

---

**Lučić, Dorotea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:243:609703>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-10**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Dental Medicine and Health Osijek  
Repository](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO  
OSIJEK**

**Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija**

**Dorotea Lučić**

**UTJECAJ BOLESTI COVID-19 NA  
RAVNOTEŽU**

**Diplomski rad**

**Orahovica, 2022.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO  
OSIJEK**

**Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija**

**Dorotea Lučić**

**UTJECAJ BOLESTI COVID-19 NA  
RAVNOTEŽU**

**Diplomski rad**

**Orahovica, 2022.**

Rad je ostvaren u: Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek

Mentor rada: prof. dr. sc. Savo Jovanović

Komentor rada: dr. sc. Ivan Perić

Rad ima 34 lista i 5 tablica.

Znanstveno područje: Biomedicina i zdravstvo

Znanstveno polje: Kliničke medicinske znanosti

Znanstvena grana: Fizikalna medicina i rehabilitacija

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. COVID-19 .....	1
1.1.1. Koronavirusi .....	1
1.1.2. Prijenos virusa .....	1
1.1.3. Klinička slika .....	2
1.1.4. Dijagnoza .....	2
1.1.5. Liječenje .....	3
1.1.6. Prevencija .....	3
1.2. Ravnoteža .....	3
1.2.1. Vestibularni sustav .....	4
1.2.2. Vidni sustav .....	5
1.2.3. Somatosenzorni sustav .....	5
1.3. Utjecaj COVID-19 na ravnotežu .....	6
2. CILJ .....	8
3. ISPITANICI I METODE .....	9
3.1. Ustroj studije .....	9
3.2. Ispitanici .....	9
3.3. Metode .....	9
3.4. Statističke metode .....	10
4. REZULTATI .....	11
5. RASPRAVA .....	14
6. ZAKLJUČAK .....	17
7. SAŽETAK .....	18
8. SUMMARY .....	19
9. LITERATURA .....	20

10. ŽIVOTOPIS .....	26
11. PRILOZI.....	27

## 1. UVOD

### 1.1. COVID-19

Koronavirusna bolest ili COVID-19 izrazito je zarazna bolest uzrokovana infekcijom novim koronavirusom SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2*) (1-3). Prvi slučajevi pojavili su se krajem 2019. godine u kineskom gradu Wuhanu. Broj zaraženih drastično je rastao i početkom ožujka 2020. godine Svjetska zdravstvena organizacija proglasila je globalnu pandemiju (1-4). Prvi slučaj zaraze u Hrvatskoj zabilježen je 20. veljače 2020. godine, a zaključno s kolovozom 2022. godine bilo je ukupno 1.213.658 slučajeva zaraze i 16.702 preminulih (5,6).

#### 1.1.1. Koronavirusi

Koronavirusi su raznolika skupina RNK virusa koji uglavnom inficiraju različite životinjske vrste (šišmiši, miševi, štakori, kokoši, psi, mačke, konji, deve) (1,4,7). Zahvaljujući višestrukim rekombinacijama i mutacijama mogu se prilagoditi ljudskim staničnim receptorima, a ciljano mjesto su im epitelne stanice respiratornog trakta, posebice pluća (4,8,9). Većina koronavirusa koji su patogeni za ljude, uzrokuje blage kliničke simptome, međutim postoje iznimke: SARS-CoV i MERS-CoV, koji su uzrokovali globalne epidemije teških respiratornih bolesti i SARS-CoV-2 (7,10,11). SARS-CoV-2 je novootkriveni soj koronavirusa, čiji genom dijeli 96 % sličnosti s koronavirusom izoliranim iz šišmiša, 80 % sa SARS-CoV i 50 % sa MERS-CoV. Upravo zbog toga smatra se da je domaćin novog koronavirusa šišmiš te da se virus putem različitih životinjskih posrednika proširio na ljude (7,8,10,11).

#### 1.1.2. Prijenos virusa

Zaraza virusom SARS-CoV-2 prvenstveno se prenosi respiratornim kapljicama zaražene osobe (kašljanje, kihanje, govorenje) (2-5,8-11). Infekcija se može prenijeti i indirektno, neopranim rukama koje su bile u kontaktu s kontaminiranom površinom (3-5,11). Bolnice također mogu biti izvor sekundarnog prijenosa virusa. Istraživanjima su virusne čestice izolirane iz fekalnih brisova, urina i krvi što ukazuje na mogućnost alternativnih putova prijenosa virusa (2,4).

Razbolje inkubacije, od prvotne izloženosti virusu do pojave simptoma, može trajati do dva tjedna s prosječnim vremenom od pet dana. Jedan od razloga, zbog kojih se COVID-19 izrazito

brzo proširio svijetom, je upravo to dugo vrijeme inkubacije tijekom kojeg asimptomatske osobe mogu biti izvor zaraze (2,3,5,8,10,11).

### **1.1.3. Klinička slika**

COVID-19 prezentira se raznolikim nespecifičnim kliničkim manifestacijama. U 80% slučajeva prisutni su blagi simptomi: povišena temperatura, suhi kašalj, dispneja, umor, mijalgija, grlobolja, rinoreja (2,3,5,8,9,11-13). Vrlo često se kao prvi simptom infekcija javlja anosmija (gubitak njuha) i disgeuzija (gubitak osjeta okusa) za koje se smatra da su karakteristični pokazatelji infekcije (5,8,9,11-13). Nešto rjeđe se javljaju gastrointestinalni simptomi (dijareja, povraćanje), a zabilježene su i kožne manifestacije (osip, urtikarije) (1,2,8,11-13). COVID-19 također je povezan s kardiovaskularnim (tromboza, aritmije, infarkt miokarda) i neurološkim manifestacijama (glavobolja, vrtoglavica, moždani udar) (1,5,8,11,12,14).

Težina simptoma, nastanak ozbiljnih komplikacija i loša prognoza povezani su s rizičnim čimbenicima: dob > 65 godina, kronične bolesti srca, pluća, bubrega, hipertenzija, maligne bolesti, pušenje, pretilost, šećerna bolest, imunodeficijencija (2,3,5,8,11,12). Otprilike 15 % zaraženih razvije tešku kliničku sliku i zahtijeva terapiju kisikom dok je njih 5 % kritično s po život ugrožavajućim komplikacijama (sindrom respiracijskog distresa, respiratorno zatajenje, septički šok, zatajenje srca i bubrega, encefalopatija) (2,5,8,11).

### **1.1.4. Dijagnoza**

Standardni način detekcije i potvrde SARS-CoV-2 je uzimanje uzorka brisom nazofarinksa, orofarinksa, iskašljane sluzi ili bronhoalveolarnog lavata i testiranje metodom lančane reakcije polimerazom (RT-PCR) koja ima visoku osjetljivost u otkrivanju specifičnih virusnih RNK (1-4,8,9,11-13). COVID-19 se također može potvrditi brzim antigenkim testovima. Iako su takvi testovi manje osjetljivosti, imaju i višestruke prednosti poput jednostavnosti, brzih rezultata i niskih troškova. Ovakav način testiranja pokazao se uspješnim i korisnim osobito u otkrivanju infekcije kod asimptomatskih osoba (2,4).

Kod hospitaliziranih osoba kao dodatni dijagnostički alat u procjeni stanja koristi se radiološka dijagnostika, RTG pluća i CT prsnog koša (1,4,9,11-13). Serološko testiranje dodatna je dijagnostička metoda kojom se otkrivaju antitijela na SARS-CoV-2 u serumu ili plazmi. Iako se ne primjenjuje za dokazivanje akutne infekcije, služi procjeni imunološkog odgovora na infekciju i predstavlja važan alat u epidemiološkom nadzoru populacije (2-4,11,13,15).



### 1.1.5. Liječenje

S obzirom da trenutačno ne postoje specifični lijekovi za COVID-19, liječenje se temelji na ublažavanju simptoma i sprječavanju nastanka komplikacija. Osobe s blagom kliničkom slikom liječenje će provoditi u kućnoj izolaciji standardnim metodama liječenja infekcije dišnih puteva (npr. paracetamol za vrućicu i bol). Kod hospitaliziranih osoba s težom kliničkom slikom primjenjuje se terapija kisikom, a kod kritičnih stanja mehanička ventilacija (2,8,12,16,17). U liječenju se mogu primjenjivati različiti, već poznati, antivirusni, antimikrobni i imunomodulacijski lijekovi, međutim ne postoje dovoljno čvrsti dokazi o njihovoj koristi. U tijeku su brojna klinička ispitivanja uspješnosti i sigurnosti primjene lijekova ili kombinacije lijekova u nadi da će se pronaći učinkovit način liječenja COVID-19 (2,4,9,12).

### 1.1.6. Prevencija

Kako bi se suzbio prijenos SARS-CoV-2 i zaustavilo širenje pandemije COVID-19, nužno je odgovorno ponašanje svakog pojedinca i poštivanje preventivnih mjera. Brojne preventivne strategije koje su se pokazale kao uspješan način kontrole COVID-19 uključuju: držanje fizičkog razmaka, izbjegavanje fizičkog kontakta i većih grupa ljudi, nošenje maske, kašljanje/kihanje u lakat ili maramicu, higijenu ruku, prozračivanje i dezinfekciju prostora, mjere zatvaranja, ograničavanje putovanja i druge. Također su se provođenje testiranja, rana dijagnoza, izolacija pozitivnih osoba i praćenje slučajeva pokazali od ključnog značaja u kontroli pandemije (1,2,4,9,18).

Kao najučinkovitiju dugoročnu preventivnu strategiju u kontroli COVID-19 pandemije treba istaknuti cijepljenje. Trenutačno je u primjeni nekoliko cjepiva s različitim mehanizmima djelovanja. Klinički dokazi upućuju na učinkovitost i sigurnost cijepljenja u prevenciji širenja virusa, a ako dođe do zaraze, u zaštiti od teških simptoma bolesti (2,4,7,8,12,17).

## 1.2. Ravnoteža

Postoje brojne definicije ravnoteže, a najjednostavnije bi se mogla definirati kao motorička sposobnost uspostavljanja, održavanja ili vraćanja ravnotežnog položaja tijela u statičkim i dinamičkim uvjetima. Statička ravnoteža podrazumijeva održavanje statičkog položaja tijela i uspravnog stava u mirovanju, a dinamička ravnoteža odgovor tijela na promjene ravnoteže pri kretanju (19,20). Kontrola ravnoteže složeni je proces središnjeg živčanog sustava koji zahtijeva integraciju senzornih informacija o položaju tijela iz vestibularnog, vidnog i

somatosenzornog sustava kako bi se izvršili odgovarajući motorički odgovori potrebni za održavanje ravnotežnog položaja (19-23).

### 1.2.1. Vestibularni sustav

#### Vestibularni aparat

Organ ravnoteže (*organum vestibulare*), smješten u membranoznom labirintu predvorja unutarnjeg uha, sastoji se od dvije funkcionalne cjeline: tri polukružna kanalića (*ductus semicirculares*) i otolitnih organa (*sacculus i utriculus*). Organ ravnoteže ima i statičku i dinamičku funkciju. Kupularno osjetilo, koje se nalazi u proširenom dijelu (*ampula*) polukružnih kanalića ima dinamičku ulogu bilježenja kutnog ubrzanja (okretanja) glave u sve tri prostorne ravnine. Otolitičko osjetilo, smješteno u mrljama (*macula*) otolitnih organa ima statičku ulogu zamjećivanja položaja glave u odnosu na gravitaciju: *macula sacculi* zamjećuje položaj glave u ležećem položaju dok *macula utriculi* u uspravnom položaju. Osim toga imaju i dinamičku ulogu bilježenja linearnog ubrzanja tijekom pokreta glave (23-28).

Vestibularni organ zamjećuje samo položaj i pokrete glave, stoga su za održavanje ravnoteže nužne i informacije o položaju glave u odnosu na tijelo pri čemu osobitu ulogu imaju proprioceptivni signali iz zglobnih receptora vrata (23).

#### Vestibularne neuralne veze

Vestibularni put započinje neuronima vestibularnog ganglija koji primaju signale iz vestibularnog organa. Aksoni tih neurona tvore vestibularni dio vestibulokohlearnog živca. Većina aferentnih vlakana vestibularnog živca završava u vestibularnim jezgrama moždanog debla, dok ostatak završava u okulomotornim jezgrama ili malom mozgu. Aferentna vlakna iz vestibularnih jezgri odlaze u okulomotoričke jezgre trećeg, četvrtog i šestog moždanog živca, mali mozak, retikularnu formaciju i koru velikog mozga. Iz vestibularnih jezgri polaze silazni vestibulospinalni putovi, koji završavaju na motoneuronima prednjeg roga kraljezničke moždine i sudjeluju u refleksnom održavanju ravnoteže. Lateralni vestibulospinalni put regulira aktivnost antigravitacijskih mišića: facilitira ekstenzore, a inhibira fleksore vrata, leđa i ekstremiteta dok medijalni vestibulospinalni put nadzire aktivnost mišića vrata (23-28).

Mreža vestibularnih veza odgovorna je za tri refleksna luka s funkcijom održavanja ravnoteža tijela: vestibulo-okularni refleks koji usklađuje pokrete glave s pokretima očiju, vestibulo-cervikalni refleks koji stabilizira glavu i vestibulo-spinalni refleks koji stvara kompenzacijske pokrete tijela (22-24,26).

## **Uloga maloga mozga u nadzoru ravnoteže**

Dio maloga mozga pod nazivom *vestibulocerebellum* sudjeluje u nadzoru ravnoteže. Aferentni signali u taj dio maloga mozga dolaze primarno iz vestibularnog aparata, a sekundarno iz vestibularnih jezgri. Eferentne projekcije odlaze u vestibularne jezgre putem kojih mali mozak nadzire kontrakciju aksijalnih mišića i omogućuje pokrete za stav tijela. U *vestibulocerebellum* također dolaze aferentne informacije iz vidnog sustava koje se koriste u nadziranju očnih pokreta i u usklađivanju pokreta očiju i glave. Bolesti ili ozljede vestibulocerebelluma uzrokuju gubljenje dinamičke ravnoteže, poremećaj koordinacije pokreta udova i očiju i smanjen mišićni tonus (22-24,26).

### **1.2.2. Vidni sustav**

Vidni sustav pruža informacije o statičkim i dinamičkim značajkama okoliša, o orijentaciji očiju i glave u odnosu na okolinu i o položaju i pokretu tijela u prostoru. Vidne informacije koriste se za planiranje i izvođenje posturalnih prilagodbi i predviđanje i reagiranje na nagle promjene i potencijalno opasne situacije u vidnome polju (20,21). Vizualne informacije su od osobite važnosti tijekom obavljanja motoričkih zadataka koji zahtijevaju koordinaciju, određivanje smjera i kontrolu kretanja i okoline (21).

Za uspješno održavanje ravnoteže nužan je vestibulo-okularni refleks. Tijekom rotacije glave, vestibularni osjetni signali koordiniraju pokrete oka istom brzinom, ali suprotnog smjera od glave, što stabilizira sliku na mrežnici tako što održava oko mirnim i fokusiranim na predmet (22-24,26,27).

O važnosti vidnog sustava u održavanju ravnoteže govori činjenica da je i unatoč disfunkciji vestibularnog pa čak i somatosenzornog sustava, moguće uspješno održavati ravnotežu služeći se isključivo senzornim informacijama iz vidnog sustava (23).

### **1.2.3. Somatosenzorni sustav**

Somatosenzorni sustav prikuplja informacije o relativnom položaju različitih dijelova tijela, njihovoj brzini i smjeru kretanja, odnosu s okolinom i bazom oslonca putem kožnih i proprioceptivnih receptora (29-31).

### **Kožni mehanoreceptori**

Osjet dodira posredovan je kožnim receptorima koji se nalaze u koži i potkožnom tkivu. Dva glavna mehanoreceptora površinskog sloja kože su Meissnerovo tjelešće koje reagira na gibanje predmeta po površini kože i vibracije niskih frekvencija i Merkelove ploče koje zamjećuju trajni pritisak kože (29-31). Dva mehanoreceptora smještena u potkožnom tkivu su Pacinijevo tjelešće koje je osjetljivo brze deformacije tkiva i vibracije visokih frekvencija i Ruffinijevi završetci koji daju informacije o trajnoj deformiranosti tkiva (29-31).

### **Proprioceptivni mehanoreceptori**

Propriocepcija ili osjet položaja tijela dijeli se na dvije podvrste: statička propriocepcija koja je definirana kao osjećaj statičkog položaja tijela ili dijelova tijela i dinamička propriocepcija ili kinestezija kao osjećaj kretanja tijela ili dijelova tijela (osjet brzine pokreta) (20,28,30,31). Propriocepciju posreduju mehanoreceptori u skeletnim mišićima i zglobnim kapsulama. Mišićna vretena reagiraju na promjenu duljine (istegnutosti) mišića, Golgijevi tetivni organi signaliziraju promjene napetosti mišića (snagu kontrakcije), a mehanoreceptori zglobne čahure (Golgijevi tetivni završetci, Ruffinijevi završetci, slobodni živčani završetci, Pacinijevo tjelešće) šalju informacije o položaju i kretanju zgloba. Kožni mehanoreceptori osjetljivi na rastezanje također pridonose osjetu propriocepcije (20,28,30,31).

### **1.3. Utjecaj COVID-19 na ravnotežu**

Rastući broj znanstvene literature navodi probleme s ravnotežom, prvenstveno u obliku vrtoglavice, kao učestalu manifestaciju bolesti COVID-19 (32-43). Provedene meta-analize navode incidenciju vrtoglavice u rasponu od 7 % do 12 % (32-35). Međutim ova tema je samo marginalno istražena i točni patofiziološki mehanizmi nastanka poremećaja ravnoteže kao posljedice infekcije virusom SARS-CoV-2 nisu u potpunosti shvaćeni, no predložene su različite hipoteze (32,33,36-40).

Najčešće spomenuta teorija sugerira izravnu invaziju neuralnog tkiva preko funkcionalnog receptora ACE2 (angiotenzin konvertirajući enzim 2) na koji se SARS-CoV-2 veže i koji mu osigurava ulazak u unutarnje uho, vestibularne živčane strukture, mozak, mali mozak i moždano deblo s posljedičnim vestibularnim deficitima (32,33,35-42). S obzirom da i krvne žile sadrže ACE2 receptor, sljedeća hipoteza povezuje poremećaje ravnoteže s vaskularnim oštećenjem jer su strukture unutarnjeg uha osobito osjetljive na ishemiju (32-34,38-41,43). Postoje i teorije da se narušena vestibularna funkcija može povezati sa trajnim upalnim

statusom i imunološkim odgovorom s proizvodnjom proupalnih citokina i/ili s istodobnom autoimunom reakcijom (32-34,40-43). U obzir također treba uzeti i mogućnost vestibulotoksičnih učinaka lijekova koji se koriste u liječenju SARS-CoV-2 infekcije (32,33,36,38,40,41,44).

Poremećaji u vestibularnom sustavu mogu rezultirati različitim kliničkim oblicima vrtoglavice koja se u praksi najčešće pojavljuje kao posljedica benigne paroksizmalne položajne vrtoglavice (BPPV), vestibularnog neuritisa i labirintitisa (33,45). Iako se nastanak tih stanja sve češće dovodi u vezu s COVID-19, u literaturi je ta povezanost zabilježena samo manjim brojem prikaza slučajeva (46-53). BPPV može nastati kao rezultat djelovanja SARS-CoV-2 na otolitička osjetila ili pak zbog imobilizacije i produljenog mirovanja kod ozbiljnih kliničkih slika (33,46,47). S obzirom da pokazuje neuroinvazivni potencijal, SARS-CoV-2 može zahvatiti vestibularni dio osmog moždanog živca (*nervus vestibulocochlearis*) i uzrokovati vestibularni neuritis, a ako izazove upalu membranoznog labirinta unutarnjeg uha s posljedičnim oštećenjem vestibularnih i kohlearnih grana vestibulokohlearnog živca, ishod je labirintitis (33,42,45,48-53).

Osim utjecaja na središnji živčani sustav i vestibularni sustav, COVID-19 može narušiti funkciju vidnog sustava. Konjunktivitis, anatomske promjene mrežnice, disfunkcija vidnog živca, abnormalnosti pokreta očiju i defekti vidnog polja moguće su oftalmološke manifestacije COVID-19 koje bi mogle utjecati na nastanak poremećaja ravnoteže (42,54).

Postoje i drugi čimbenici koji bi mogli biti uključeni u nastanak vrtoglavice. Pandemija COVID-19 i posljedični emocionalni stres zbog straha od infekcije, karantena i nedostatak socijalne interakcije, povezani su s nastankom ili pogoršanjem psiholoških reakcija, poput anksioznosti i depresije, koje su česti uzrok nespecifičnih vrtoglavica (32,42). Pandemijski sjedilački načina života, loša postura s posljedičnim glavoboljama i nezdrave prehrabene navike također mogu biti uzrokom vrtoglavice (32,42). U literaturi je opisan utjecaj COVID-19 na mišićno-koštani sustav, u vidu gubitka mišićne mase zbog dugotrajnog mirovanja, miozitisa, neuropatija i artropatija koji mogu biti podloga poremećajima ravnoteže (32,42,55).

Treba naglasiti činjenicu da vrtoglavice kao manifestacije bolesti COVID-19 nije ograničena samo na akutnu fazu bolesti, već postoji mogućnost da se zadrži dugo nakon preboljenja kao dio post-COVID sindroma (36,47,57)

**2. CILJ**

Cilj je rada ispitati utjecaj preboljenja bolesti COVID-19 na motorički status ravnoteže.

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Ustroj studije

Istraživanje u ovome radu je provedeno prema principima presječnog istraživanja (57).

#### 3.2. Ispitanici

Istraživanje je provedeno na uzorku od 20 ispitanika. Kriteriji za uključivanje bila je zdravstvena profesija ispitanika. Uključeni ispitanici svoju zdravstvenu djelatnost obavljaju u okviru Doma zdravlja. Ispitanici su birani proizvoljno, na osnovi dobrovoljnog pristanka na sudjelovanje u istraživanju. Ispitanici su informirani o anonimnosti, cilju, sadržaju i postupcima istraživanja i o načinu njihovog sudjelovanja u istome. Kao potvrdu dobrovoljnog pristanka na sudjelovanje u istraživanju svaki ispitanik potpisao je formular za suglasnost.

#### 3.3. Metode

Istraživanje je provedeno u svibnju 2022.godine u skladu sa etičkim standardima. Istraživanje je podijeljeno u tri segmenta: ispunjavanje ankete, provođenje osnovnih antropometrijskih mjerenja i provođenje testa ravnoteže.

Anketni upitnik podijeljen je na dva dijela: prvi dio odnosi se na osnovne podatke o ispitaniku (datum rođenja i spol), a ako je ispitanik prebolio COVID-19, ispunjava i drugi dio upitnika koji se odnosi na liječenje bolesti (datum oboljenja, kućno ili bolničko liječenje, terapija) i na simptome bolesti (tjelesna temperatura/zimica, umor, grlobolja, kašalj, gubitak okusa/njuha, vrtoglavica, glavobolja, bolovi u truhu/mišićima/prsima, otežano disanje, mučnina, dijareja).

Mjerenje antropometrijskih značajki uključivalo je utvrđivanje tjelesne visine centimetarskom vrpcom i analizu tjelesnog sastava (tjelesna težina, BMI, mišićna i masna masa) pomoću dijagnostičke vage Omron BF 511.

Testiranje ravnoteže provedeno je *Single leg stance* testom. Ispitanik s rukama prekrženim na prsima, bosonog stoji na dominantnoj nozi dok suprotnu nogu odiže blizu, ali ne dodirujući gležanj stojeće noge. Test se ponavlja tri puta otvorenih očiju, prilikom kojih je ispitanik

usredotočen na jednu točku u visini očiju, i tri puta zatvorenih očiju. Štopericom se mjeri vrijeme ispitanikovog stajanja na jednoj nozi. Maksimalno vrijeme provođenja testa je četrdeset i pet sekundi. Vrijeme započinje kada je ispitanik podigao stopalo s poda, a završava ako upotrijebi ruke, pomakne podignuto stopalo prema ili dalje od stojeće noge, dodirne podlogu podignutim stopalom, pomakne stojeću nogu ili otvori oči tijekom testiranja zatvorenim očima (58). Ako ispitanik nije uspio održati ravnotežu u prve tri sekunde testa, dopušteno je ponavljanje testa.

#### **3.4. Statističke metode**

Za obradu podataka u ovome diplomskom radu korištena je statistička platforma IBM SPSS 23.0. Analiza osnovnih antropometrijski parametara i rezultata testova za ravnotežu je prikazana korištenjem deskriptivne statistike. Razlike u rezultatima između ispitanika na testovima ravnoteže ovisno o preboljenju bolesti COVID-19 i spolu je ispitana pomoću T-testa za nezavisne uzorke. Statistička značajnost je postavljena na marginu  $p < 0,05$ .



## 4. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo 20 ispitanika čija su antropometrijska obilježja, rezultati provedenog testa ravnoteže otvorenih i zatvorenih očiju i vrijeme proteklo od preboljenja COVID-19 prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Antropometrijski podaci, rezultati testa ravnoteže i vrijeme od preboljenja infekcije

N=20				
	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	SD
Dob	23	67	39,75	14,22
Tjelesna visina	156	195	167,75	8,31
Tjelesna težina	55,80	116	79,32	17,54
BMI	19,50	39,90	28,18	5,97
Masna masa	24,60	51,70	37,40	8,61
Mišićna masa	20,60	35,70	27,30	4,22
Test ravnoteže otvorene oči	19,06	64	43,56	8,12
Test ravnoteže zatvorene oči	4,14	41,68	15,20	11,25
Vrijeme od preboljenja COVID-19	1	23,19	7,03	7,39

\*N- broj ispitanika, †SD- standardna devijacija, ‡ BMI- indeks tjelesne mase

Ispitanici su podijeljeni u dvije skupine. Jednu čine oni ispitanici koji su preboljeli COVID-19 dok drugu čine ispitanici koji nikada nisu bili zaraženi. Na temelju te podjele izračunata je prosječna dob ispitanika prikazana tablicom 2.

Tablica 2. Prosječna dob ispitanika

COVID-19	N	Srednja vrijednost	SD
DA	8	30,75	7,32
NE	12	45,75	14,72

\* COVID-19- ispitanici koji jesu/nisu preboljeli infekciju, †N-broj ispitanika, ‡ SD-standardna devijacija

Ispitanici koji su preboljeli COVID-19 i oni koji nisu uspoređeni su na temelju najbolje ostvarenih rezultata testa ravnoteže. Usporedba rezultata Single leg stance testa ravnoteže otvorenih očiju prikazana je u tablici 3., dok tablica 4. sadrži rezultate testa ravnoteže zatvorenih očiju.

Tablica 3. Rezultati testa ravnoteže stajanja na jednoj nozi otvorenih očiju

	COVID-19	N	Srednja vrijednost	SD	$p < 0,05^*$
TROO	DA	8	45	0	0,45
	NE	12	42,60	10,55	

\*T test za nezavisne uzorke, †TROO- test ravnoteže otvorenih očiju, ‡COVID-19- ispitanici koji jesu/nisu preboljeli infekciju, §N-broj ispitanika, ||SD- standardna devijacija

Tablica 4. Rezultati testa ravnoteže stajanja na jednoj nozi zatvorenih očiju

	COVID-19	N	Srednja vrijednost	SD	$p < 0,05^*$
TRZO	DA	8	14,22	7,43	0,76
	NE	12	15,85	12,50	

\*T test za nezavisne uzroke, †TRZO- test ravnoteže zatvorenih očiju, ‡COVID-19- ispitanici koji jesu/nisu preboljeli infekciju, §N-broj ispitanika, ||SD- standardna devijacija

#### 4. REZULTATI

Rezultati Single leg stance testa ravnoteže otvorenih i zatvorenih očiju također su uspoređeni s obzirom na spol ispitanika što je prikazano tablicom 5.

Tablica 5. Rezultati testova ravnoteže prema spolu ispitanika

	Spol	N	Srednja vrijednost	SD	$p < 0,05^*$
TROO	Ž	17	43,76	8,70	0,23
	M	3	42,47	4,38	
TRZO	Ž	17	16,50	11,69	0,81
	M	3	7,82	3,51	

*\*T test za nezavisne uzroke, †TROO- test ravnoteže otvorenih očiju, ‡ TRZO- test ravnoteže zatvorenih očiju, §N-broj ispitanika, ||SD- standardna devijacija*

## 5. RASPRAVA

U istraživanju je sudjelovalo 20 ispitanika, prosječne dobi  $39,75 \pm 14,22$ , od kojih je 17 (85 %) ispitanika ženskog spola, a 3 (15 %) ispitanika muškog spola.

Od 20 ispitanika njih 8 (40 %) preboljelo je COVID-19 s prosječnim vremenom  $7,03 \pm 7,39$  mjeseci od preboljenja. Prosječna dob ispitanika koji su preboljeli COVID-19 iznosila je  $30,75 \pm 7,32$  dok onih koji nisu preboljeli  $45,75 \pm 14,72$ .

Prosječni BMI (indeks tjelesne mase) ispitanika iznosi  $28,18 \pm 5,97$ . S obzirom na klasifikaciju Svjetske zdravstvene organizacije ispitanici pripadaju skupinama osoba s prekomjernom tjelesnom masom (BMI u rasponu 25,0 do 29,9 kg/m<sup>2</sup>) i pretilim osobama (BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>) (59). Taj podatak ide u prilog poražavajućoj činjenici da je Hrvatska duži niz godina u vrhu Europe prema broju osoba s prekomjernom tjelesnom masom. Prema najnovijim podacima Europske zdravstvene ankete iz 2019. godine u Hrvatskoj prekomjernu tjelesnu masu ima 58 % žena i 73 % muškaraca (60). Pandemija koronavirusa i popratne mjere ograničavanja i zatvaranja mogle su utjecati na porast tjelesne težine i BMI kod ispitanika. Istraživanje provedeno u Hrvatskoj na preko tri tisuće ispitanika navodi da je 30,7 % ispitanika tijekom „lockdowna“ povećalo svoju tjelesnu težinu uz podatak da su ženski spol i viši BMI povezani s većom vjerojatnošću debljanja (61).

Ispitivanje ravnoteže provedeno je Single leg stance testom (test stajanja na jednoj nozi) otvorenih i zatvorenih očiju čija je valjanost dokazana u različitim dobnim skupinama i kliničkim stanjima. Tako se primjerice test koristi u procjeni rizika od pada, sposobnosti provođenja aktivnosti svakodnevnog života, posturalne stabilnosti kod vestibularnih poremećaja, Parkinsonove bolesti i drugih neuroloških poremećaja (58,62-64).

Prosječno vrijeme testa ravnoteže otvorenih očiju iznosi  $43,56 \pm 8,12$  sekundi. Normativne vrijednosti Single leg stance testa definirane su istraživanjem Springer i sur. iz 2007. godine provedenom na 549 ispitanika. Prema tome istraživanju prosječno vrijeme testa za ispitanike od 18 do 99 godina iznosi 33,4 sekunde. Preciznije, za dobne skupine ispitanika ovog istraživanja očekivano vrijeme testa kreće se u rasponu od 41,2 do 44,7 sekundi (58).

Single leg stance testom zatvorenih očiju ispitanici su ostvarili prosječno vrijeme od  $15,20 \pm 11,25$  sekundi. Definirana normativna vrijednost Springer i sur. za sve dobne skupine iznosi 8 sekundi. Točnije, očekivane vrijednosti za ispitanike u ovome istraživanju kreću se u intervalu od 8,3 sekundi do 15,2 sekundi (58).

Prilikom provođenja testa ravnoteže otvorenih očiju, svi ispitanici koji su preboljeli COVID-19 postigli su maksimalno dopušteno vrijeme testa od 45 sekundi. Prosječno vrijeme istog testa kod skupine ispitanika koji nisu preboljeli COVID-19 iznosi  $42,60 \pm 10,55$  sekundi. Za dobnu skupinu od 18 do 39 godina, u koju pripadaju ispitanici koji su preboljeli COVID-19, normativno vrijeme testa iznosi 44,7 sekundi. Za dobne skupine između 30 i 60 godina u koje se svrstavaju ispitanici koji nisu preboljeli COVID-19, očekivane vrijednosti testa kreću se u rasponu od 44,7 do 32,1 sekundi (58). Shodno tome obje skupine ispitanika ovog istraživanja ostvarile su očekivano vrijeme testa s obzirom na dob. Analizom rezultata nije pronađena statistički značajna razlika ( $p=0,45$ ) u postignutom vremenu testa ravnoteže otvorenih očiju između ispitanika koji su preboljeli COVID-19 i onih koji nisu.

Prosječno vrijeme testa ravnoteže zatvorenih očiju ispitanika koji su preboljeli COVID-19 iznosi  $14,22 \pm 7,43$ . Ispitanici koji nisu preboljeli COVID-19 na istome testu ostvarili su prosječno vrijeme od  $15,85 \pm 12,50$ . Za skupinu ispitanika kojoj pripadaju osobe koje su preboljele COVID-19 prosječno očekivano vrijeme iznosi 15,2 sekundi. Za dobne skupine ispitanika koji nisu preboljeli COVID-19 normativne vrijednosti se kreću u intervalu od 15,2 do 4,4 sekundi (58). Slijedom navedenog obje su skupine ispitanika na testu ravnoteže zatvorenih očiju ostvarile vrijeme u okviru normativnih vrijednosti. Obradom podataka nije utvrđena statistički značajna razlika ( $p=0,76$ ) u rezultatima testa ravnoteže zatvorenih očiju između osoba koje su preboljele COVID-19 i onih koji nisu.

Iako ne postoje statistički značajne razlike, ispitanici koji nisu preboljeli COVID-19, u oba slučaja, i na testu ravnoteže otvorenih i testu zatvorenih očiju, ostvarili su nešto lošiji rezultat. To se može objasniti podatkom da ta skupina ispitanika ima veću prosječnu dob u odnosu na skupinu ispitanika koji su preboljeli COVID-19, a postoji podatak da se ravnoteža već tijekom četrdesetih godina života počinje narušavati (58,65). Rezultati istraživanja Springer i sur. pokazuju značajno smanjenje vremena Single leg stance testa s godinama (58). Metaanaliza Bohannon i sur. na dvadeset dvije studije provedene na starijoj populaciji, potvrdila je odnos između smanjenja vremena Single leg stance testa otvorenih očiju i dobi ispitanika (62). Istraživanje provedeno na 453 ženska ispitanika u dobi 20 do 80 godina iznosi podatak da rezultati testa stajanja na jednoj nozi počinju smanjivati tijekom četrdesetih godina, dok drugo istraživanje navodi podatak da se vrijeme Single leg stance testa značajno smanjuje tijekom petog desetljeća života (66,67). Smanjenje sposobnosti održavanja ravnoteže s godinama može biti rezultat različitih faktora. Primjerice smanjenje snage i izdržljivosti mišića donjih

ekstremiteta, gubitak fleksibilnosti i pokretljivosti, narušena funkcija vestibularnog, vidnog ili somatosenzornog sustava samo su neki od brojnih mogućih čimbenika (58,66,68).

Vrijeme testa ravnoteže otvorenih očiju kod ispitanika ženskog spola prosječno iznosi  $43,76 \pm 8,70$  sekundi, a kod muških ispitanika  $42,47 \pm 4,38$  sekundi. Obje skupine ispitanika postigle su bolji rezultat u odnosu na normativnu vrijednost koja iznosi 33 sekunde za žene i 33,8 sekundi za muškarce bez obzira na dobnu skupinu (58). Na testu ravnoteže zatvorenih očiju žene su ostvarile bolji rezultat u odnosu na normativ od 7,7 sekundi s prosječnim vremenom  $16,50 \pm 11,69$  sekundi, dok je kod muškaraca vrijeme od  $7,82 \pm 3,51$  sekundi u okviru normativa od 8,2 sekundi (58). Usporedbom rezultata utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima testa ravnoteže otvorenih očiju ( $p=0,23$ ) i testa ravnoteže zatvorenih očiju ( $p=0,81$ ) s obzirom na spol ispitanika. Taj podatak u skladu je s istraživanjima Springer i sur. i Hall i sur. kojima je utvrđeno da rezultati Single leg stance testa otvorenih ili zatvorenih očiju ne ovise o spolu ispitanika (58,67).

Utjecaj COVID-19 na ravnotežu zanimljiv je znanstvenicima od samih početaka pandemije s prvim istraživanjem Mao i sur. koji opisuju vrtoglavicu kao značajan neurološki simptom COVID-19 kod 36 od 214 (16,8 %) hospitaliziranih pacijenata u Wuhanu (69). Međutim istraživanja na ovu temu bazirana su uglavnom na upitnicima o pacijentovim subjektivnim simptomima narušene ravnoteže bez primjene objektivnih kliničkih testiranja. Sistematski pregled literature iz 2021. godine navodi da je većina studija loše kvalitete, da se temelji na prikazu pojedinačnih slučajeva ili na retrospektivnim istraživanjima s upitnicima temeljenim na pacijentovoj samoprocjeni i sjećanju (34). Samo nekolicina istraživanja objektivno i kvantitativno procjenjuju ravnotežu nakon preboljenja COVID-19. Yilmaz i sur. ravnotežu su, između ostalog, testirali posturografijom gdje su post COVID-19 ispitanici ostvarili lošije rezultate u odnosu na kontrolnu skupinu (36). Gervasoni i sur. ravnotežu otvorenih i zatvorenih očiju testirali su pomoću robota gdje su hospitalizirani ispitanici postigli lošije rezultate u odnosu na ne hospitalizirane, s najlošijom izvedbom sa zatvorenim očima (70). Testiranjem ravnoteže na stabilometrijskoj platformi Giardini i sur. ustanovili su lošije rezultate kako statičke tako i dinamičke ravnoteže kod osoba koje su preboljele COVID-19 u odnosu na kontrolnu skupinu zdravih ispitanika (71). S druge strane, istraživanje također provedeno na stabilometrijskoj platformi nije utvrdilo statistički značajne razlike u rezultatima između osoba koje su preboljele COVID-19 i onih koji nisu. Međutim zapažene su značajno veće vrijednosti testiranih parametara koji ukazuju na narušenu ravnotežu kod ispitanika koji su imali olfaktorne ili respiratorne simptome što može ukazivati na uključenost neurološkog sustava (72).

## 6. ZAKLJUČAK

Pandemija bolesti COVID-19 trenutno predstavlja glavni globalni zdravstveni izazov. Kako vrijeme prolazi, fokus znanstvene literature prebacuje se s tipičnih respiratornih simptoma na utjecaj virusa SARS-CoV-2 na različite organske sustave. Tako se, između ostalog, sve češće navode poremećaji ravnoteže za koje se čini da su previđeni s puno većom prevalencijom nego što se mislilo. S obzirom na to da poremećaji ravnoteže mogu značajno narušiti kvalitetu života, nužne su daljnje objektivne eksperimentalne studije o učinku COVID-19 na tu motoričku sposobnost kako bi se spriječile moguće dugotrajne posljedice.

Na temelju rezultata dobivenih ovim istraživanjem može se zaključiti:

- u ovoj skupini ispitanika preboljenje COVID-19 infekcije nije značajno utjecalo na status ravnoteže,
- sposobnost održavanja ravnoteže s godinama se smanjuje i
- ne postoje razlike u ravnoteži između muškaraca i žena.

Ovo istraživanje ima nekoliko nedostataka. Prvenstveno mali broj ispitanika, zatim nesrazmjer ispitanika prema spolu, heterogena dob ispitanika i veća prosječna dob ispitanika koji nisu preboljeli COVID-19.

## 7. SAŽETAK

Cilj istraživanja: Cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost između preboljenja COVID-19 i narušene ravnoteže.

Nacrt studije: Presječna studija.

Ispitanici i metode: Istraživanje je provedeno u svibnju 2022. godine na 20 zdravstvenih djelatnika. Osnovni sociodemografski podaci i informacije o preboljenju COVID-19 prikupljeni su anketom. Antropometrijske karakteristike ispitanika izmjerene su centimetarskom vrpcom i vagom dok je testiranje ravnoteže provedeno *Single leg stance* testom.

Rezultati: Prosječna dob ispitanika iznosi  $39,75 \pm 14,22$ . Od 20 ispitanika njih 8 preboljelo je COVID-19. Obje skupine ispitanika ostvarile su očekivano vrijeme *Single leg stance* testa otvorenih i zatvorenih očiju. Nisu pronađene statistički značajne razlike u rezultatima testova ravnoteže između ispitanika koji su preboljeli COVID-19 i onih koji nisu. Također nije utvrđena statistički značajna razlika u rezultatima testova ravnoteže s obzirom na spol ispitanika.

Zaključak: U ovoj skupini ispitanika infekcija virusom SARS-CoV-2 nije značajno utjecala na sposobnost održavanja ravnoteže.

Ključne riječi: COVID-19; ravnoteža; *Single leg stance* test



## 8. SUMMARY

### **Influence of COVID-19 disease on balance**

**Research goal:** The goal of this research has been to examine the link between COVID-19 recovery and impaired balance.

**Study design:** Cross-sectional study.

**Data subjects and methods:** The research was conducted on 20 healthcare professionals in May 2022. Basic sociodemographic data and COVID-19 recovery information were obtained by a survey. The anthropometric characteristics of the subjects were measured with a tape measure and a scale, while balance testing was performed with the Single Leg Stance Test.

**Results:** The average age of the subjects was  $39.75 \pm 14.22$ . 8 out of 20 subjects recovered from COVID-19. Both groups of subjects achieved the expected time of the Single leg stance test both eyes opened and eyes closed. Statistically significant differences were not found in the results of balance tests among subjects who recovered from COVID-19 and those who did not. Also, no statistically significant difference was found in the results of the balance tests considering the gender of the subjects.

**Conclusion:** In this study group, the infection with SARS-CoV-2 virus did not significantly affect the ability to maintain balance.

**Keywords:** balance; COVID-19; Single leg stance test

**9. LITERATURA**

1. Mohamadian M, Chiti H, Shoghli A, Biglari S, Parsamanesh N, Esmacilzadeh A. COVID-19: Virology, biology and novel laboratory diagnosis. *J Gene Med.* 2021 23(2):e3303.
2. Rahman S, Montero MTV, Rowe K, Kirton R, Kunik F Jr. Epidemiology, pathogenesis, clinical presentations, diagnosis and treatment of COVID-19: a review of current evidence. *Expert Rev Clin Pharmacol.* 2021;14(5):601-21.
3. Atzrodt CL, Maknoja I, McCarthy RDP, Oldfield TM, Po J, Ta KTL, i sur. A Guide to COVID-19: a global pandemic caused by the novel coronavirus SARS-CoV-2. *FEBS J.* 2020;287(17):3633-50.
4. Sharma A, Ahmad Farouk I, Lal SK. COVID-19: A Review on the Novel Coronavirus Disease Evolution, Transmission, Detection, Control and Prevention. *Viruses.* 2021;13(2):202.
5. Lukić Lj, Dušek D. Current Understanding of Epidemiology and Clinical Manifestation of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *INFEKTOL GLASN* 2020;40(3):107-12.
6. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): mjesečno izvješće za srpanj 2022. godine za Republiku Hrvatsku. Dostupno na adresi: <https://www.koronavirus.hr/mjesečna-izvješća-hrvatskog-zavoda-za-javno-zdravstvo/1005>. Datum pristupa: 10.9.2022.
7. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi ZL. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol.* 2021;19(3):141-54.
8. Salian VS, Wright JA, Vedell PT, Nair S, Li C, Kandimalla M, i sur. COVID-19 Transmission, Current Treatment, and Future Therapeutic Strategies. *Mol Pharm.* 2021;18(3):754-71.
9. Vasilj I, Ljevak I. Epidemiološke karakteristike COVID-a 19. *Zdravstveni glasnik.* 2020;6(1):9-18.
10. Muralidar S, Ambi SV, Sekaran S, Krishnan UM. The emergence of COVID-19 as a global pandemic: Understanding the epidemiology, immune response and potential therapeutic targets of SARS-CoV-2. *Biochimie.* 2020;179:85-100.
11. A. Vince. COVID-19, pet mjeseci kasnije. *LIJEČ VJESN* 2020;142:55–63.
12. Ochani R, Asad A, Yasmin F, Shaikh S, Khalid H, Batra S, i sur. COVID-19 pandemic: from origins to outcomes. A comprehensive review of viral pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic evaluation, and management. *Infez Med.* 2021;29(1):20-3

13. Alotaibi F. Current strategies in diagnostics and therapeutics against novel coronavirus disease (COVID-19). *Acta Pharm.* 2022;72(2):171-97.
14. Indranill Basu-Ray I, Almaddah NK, Adeboye A, Soos MP. Cardiac Manifestations Of Coronavirus (COVID-19). Dostupno na adresi: <https://ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556152/>. Datum pristupa: 20.5.2022.
15. Ong DSY, Fragkou PC, Schweitzer VA, Chemaly RF, i sur. How to interpret and use COVID-19 serology and immunology tests. *Clin Microbiol Infect.* 2021;27(7):981-86.
16. Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske. Smjernice za liječenje oboljelih od koronavirusne bolesti 2019 (COVID-19). Dostupno na: <https://www.koronavirus.hr/smjernice-za-lijecenje-obiljelih-od-covid-19/805>. Datum pristupa: 22.5.2022.
17. Vitiello A, Ferrara F, Troiano V, La Porta R. COVID-19 vaccines and decreased transmission of SARS-CoV-2. *Inflammopharmacology.* 2021;29(5):1357-60.
18. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Osnovne mjere zaštite od zaraze koronavirusom SARS-CoV-2. Dostupno na: <https://www.koronavirus.hr/osnovne-mjere-zastite-od-zaraze-koronavirusom-sars-cov-2/936>. Datum pristupa: 22.5.2022.
19. Zekić R, Vučetić V. Dijagnostički postupci za procjenu razine ravnoteže. *Kondicijski trening.* 2016;14(2):14-23.
20. Bobić Lucić L, Lucić A. Koordinacija i koordinacijske sposobnosti u rehabilitaciji. *Fiz. rehabil. med.* 2016;28(3-4):353-63.
21. Bednarczuk G, Wiszomirska I, Rutkowska I, Skowroński W. Role of vision in static balance in persons with and without visual impairments. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2021;57(4):593-99.
22. Jones GM. Posture. U: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principles of Neural Science.* New York: McGraw-Hill; 2000. str. 818-32.
23. Guyton C, Hall JE. Vestibularni osjeti i održavanje ravnoteže. U: Guyton C, Hall JE. *Medicinska fiziologija.* Zagreb: Medicinska naklada; 2017. str. 714-19.
24. Goldberg ME, Hudspeth AJ. The Vestibular System. U: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principles of Neural Science.* New York: McGraw-Hill; 2000. str. 802-16.
25. Judaš M, Kostović I. Uho – organ sluha i ravnoteže. Dostupno na: <http://www.hiim.unizg.hr/index.php/udzbenik-temelji-neuroznanosti>. Datum pristupa: 24.5.2022

26. Judaš M, Kostović I. Slušni i vestibularni sustav. Dostupno na:  
<http://www.hiim.unizg.hr/index.php/udzbenik-temelji-neuroznanosti>. Datum pristupa:  
24.5.2022.
27. Khan S, Chang R. (2013). Anatomy of the vestibular system: A review.  
*NeuroRehabilitation*. 2013;32: 437-43.
28. Loram I. Postural Control and Sensorimotor Integration. U: Jull G, Moore A, Falla D,  
Lewis J, McCarthy C, Sterling M. Grieve's modern musculoskeletal physiotherapy.  
Edinburgh: Elsevier; 2015. str. 28-41.
29. Gardner EP, Martin JH, Jessell TM. The Bodily Senses. U: Kandel ER, Schwartz JH,  
Jessell TM. Principles of Neural Science. New York: McGraw-Hill; 2000. str. 431-51.
30. Guyton C, Hall JE. Tjelesni osjeti: Opća organizacija, osjetila za opip i osjetila za položaj.  
U: Guyton C, Hall JE. Medicinska fiziologija. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. str.  
607-19.
31. Judaš M, Kostović I. Dodir, pritisak i kinestezija: sustav dorzalnih kolumni. Dostupno na:  
<http://www.hiim.unizg.hr/index.php/udzbenik-temelji-neuroznanosti>. Datum pristupa:  
25.5.2022.
32. Mezzalana R. COVID-19 and dizziness: What do we know so far? *Braz J*  
*Otorhinolaryngol*. 2022;88(3):287-88.
33. Jafari Z, Kolb BE, Mohajerani MH. Hearing Loss, Tinnitus, and Dizziness in COVID-19:  
A Systematic Review and Meta-Analysis. *Can J Neurol Sci*. 2022;49(2):184-95.
34. Almufarrij I, Munro KJ. One year on: an updated systematic review of SARS-CoV-2,  
COVID-19 and audio-vestibular symptoms. *Int J Audiol*. 2021;60(12):935-45.
35. Chen X, Laurent S, Onur OA, Kleineberg NN, Fink GR, Schweitzer F, i sur. A systematic  
review of neurological symptoms and complications of COVID-19. *J Neurol*.  
2021;268(2):392-402.
36. Yılmaz O, Mutlu BÖ, Yaman H, Bayazıt D, Demirhan H, Bayazıt YA. Assessment of  
balance after recovery from Covid-19 disease. *Auris Nasus Larynx*. 2022;49(2):291-98.
37. Özçelik Korkmaz M, Eğilmez OK, Özçelik MA, Güven M. Otolaryngological  
manifestations of hospitalised patients with confirmed COVID-19 infection. *Eur Arch*  
*Otorhinolaryngol*. 2021;278(5):1675-85.
38. Kaliyappan K, Chen YC, Krishnan Muthaiah VP. Vestibular Cochlear Manifestations in  
COVID-19 Cases. *Front Neurol*. 2022;13:850337.

39. Viola P, Ralli M, Pisani D, Malanga D, Sculco D, Messina L, i sur. Tinnitus and equilibrium disorders in COVID-19 patients: preliminary results. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2021;278(10):3725-30.
40. Fancello V, Hatzopoulos S, Corazzi V, Bianchini C, Skarżyńska MB, Pelucchi S, i sur. SARS-CoV-2 (COVID-19) and audio-vestibular disorders. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2021;35:20587384211027373.
41. Amiri M, Hasanlifard M, Delphi M. Impact of COVID-19 on the auditory and vestibular system. *Aud Vestib Res.* 2021;30(3):152-59.
42. Aldè M, Barozzi S, Di Bernardino F, Zuccotti G, Consonni D, Ambrosetti U, i sur. Prevalence of symptoms in 1512 COVID-19 patients: have dizziness and vertigo been underestimated thus far? *Intern Emerg Med.* 2022;17(5):1343-53.
43. Bento RF, Campos TV. Hearing Loss, Tinnitus, and Dizziness and their Relation with Covid-19: what is the Current Evidence? *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2022;26(1):e001-e002.
44. Little C, Cosetti MK. A Narrative Review of Pharmacologic Treatments for COVID-19: Safety Considerations and Ototoxicity. *Laryngoscope.* 2021;131(7):1626-32.
45. Deva FAL, Gupta A, Manhas M, Kalsotra P. Neuro-otological Symptoms: An Atypical Aspect of COVID-19 Disease. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022:1-10.
46. Picciotti PM, Passali GC, Sergi B, De Corso E. Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV) in COVID-19. *Audiol Res.* 2021;11(3):418-22.
47. Maslovara S, Košec A. Post-COVID-19 Benign Paroxysmal Positional Vertigo. *Case Rep Med.* 2021;2021:9967555.
48. Malayala SV, Mohan G, Vasireddy D, Atluri P. A case series of vestibular symptoms in positive or suspected COVID-19 patients. *Infez Med.* 2021;29(1):117-22.
49. Vanaparthi R, Malayala SV, Balla M. COVID-19-Induced Vestibular Neuritis, Hemi-Facial Spasms and Raynaud's Phenomenon: A Case Report. *Cureus.* 2020;12(11):e11752.
50. Malayala SV, Raza A. A Case of COVID-19-Induced Vestibular Neuritis. *Cureus.* 2020;12(6):e8918.
51. Halalau A, Halalau M, Carpenter C, Abbas AE, Sims M. Vestibular neuritis caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection diagnosed by serology: Case report. *SAGE Open Med Case Rep.* 2021;9:2050313X211013261.
52. Perret M, Bernard A, Rahmani A, Manckoundia P, Putot A. Acute Labyrinthitis Revealing COVID-19. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(3):482.

53. Bokhary H, Chaudhry S, Abidi SMR. Labyrinthitis: A Rare Consequence of COVID-19 Infection. *Cureus*. 2021;13(8):e17121.
54. Gold DM, Galetta SL. Neuro-ophthalmologic complications of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Neurosci Lett*. 2021;742:135531.
55. Ramani SL, Samet J, Franz CK, Hsieh C, Nguyen CV, Horbinski C, i sur. Musculoskeletal involvement of COVID-19: review of imaging. *Skeletal Radiol*. 2021;50(9):1763-73.
56. Silva Andrade B, Siqueira S, de Assis Soares WR, de Souza Rangel F, Santos NO, Dos Santos Freitas Ai sur. Long-COVID and Post-COVID Health Complications: An Up-to-Date Review on Clinical Conditions and Their Possible Molecular Mechanisms. *Viruses*. 2021;13(4):700.
57. Marušić M i sur. Uvod u znanstveni rad u medicini. 6. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.
58. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther*. 2007;30(1):8-15.
59. Musić Milanović S, Bukal D. Epidemiologija debljine – javnozdravstveni problem. *Medicus*. 2018;27:7-13.
60. Eurostat. Overweight and obesity - BMI statistics. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight\\_and\\_obesity](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight_and_obesity). Datum pristupa: 11.6.2022.
61. Đogaš Z, Lušić Kalcina L, Pavlinac Dodig I, Demirović S, Madirazza K, Valić M i sur. The effect of COVID-19 lockdown on lifestyle and mood in Croatian general population: a cross-sectional study. *Croat Med J*. 2020;61(4):309-18.
62. Bohannon, Richard. Single Limb Stance Times: A Descriptive Meta-Analysis of Data From Individuals at Least 60 Years of Age. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2006;22(1):70-7.
63. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(5):587-91.
64. Chomiak T, Pereira FV, Hu B. The single-leg-stance test in Parkinson's disease. *J Clin Med Res*. 2015;7(3):182-5.
65. Bermúdez Rey MC, Clark TK, Wang W, Leeder T, Bian Y, Merfeld DM. Vestibular Perceptual Thresholds Increase above the Age of 40. *Front Neurol*. 2016;7:162.

66. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(6):525-30.
67. Hall KS, Cohen HJ, Pieper CF, Fillenbaum GG, Kraus WE, Huffman KM, i sur. Physical Performance Across the Adult Life Span: Correlates With Age and Physical Activity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2017;72(4):572-78.
68. Wagner AR, Akinsola O, Chaudhari AMW, Bigelow KE, Merfeld DM. Measuring Vestibular Contributions to Age-Related Balance Impairment: A Review. *Front Neurol.* 2021;12:635305.
69. Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, i sur. Neurologic Manifestations of Hospitalized Patients With Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol.* 2020;77(6):683-90.
70. Gervasoni F, LoMauro A, Ricci V, Salce G, Andreoli A, Visconti A, i sur. Balance and visual reliance in post-COVID syndrome patients assessed with a robotic system: a multi-sensory integration deficit. *Neurol Sci.* 2022;43(1):85-8.
71. Giardini M, Arcolin I, Guglielmetti S, Godi M, Capelli A, Corna S. Balance performance in patients with post-acute COVID-19 compared to patients with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects. *Int J Rehabil Res.* 2022;45(1):47-52.
72. Żychowska M, Jaworecka K, Mazur E, Słomka K, Marszałek W, Rzepko M, i sur. COVID-19 and Postural Control-A Stabilographic Study Using Rambling-Trembling Decomposition Method. *Medicina (Kaunas).* 2022;58(2):305.

## 11. PRILOZI

1. Obrazac za pristanak na sudjelovanje u istraživanju
2. Potvrda Etičkog povjerenstva



## 1. Obrazac za pristanak na sudjelovanje u istraživanju

Dorotea Lučić, zatražila je moje sudjelovanje u istraživanju „Utjecaj bolesti COVID-19 na ravnotežu“.

Informiran sam o cilju, sadržaju, načinu i mojem sudjelovanju u provođenju istraživanja.

Informiran sam da se moje sudjelovanje u istraživanju sastoji od provođenja osnovnih antropometrijskih mjerenja (tjelesna visina, tjelesna težina, postotak masne i nemasne mase) i testova ravnoteže koje mi je istraživač usmeno i demonstracijski objasnio.

Ne postoji rizik od neugodnosti tijekom provedbe istraživanja.

Obavješten sam da istraživanje u kojem sudjelujem ne uključuje više od uobičajenog minimalnog rizika.

Ne postoji neki drugi način sudjelovanja u ovom istraživanju.

Svjestan sam da rezultati istraživanja mogu biti objavljeni, ali da moj identitet i ime neće biti otkriveni.

Svjestan sam da mogu prekinuti sudjelovanje u istraživanju u bilo kojem trenutku.

Informiran sam da ću na moja pitanja u vezi istraživanja i mog sudjelovanja u njemu, prije ili poslije mog pristanka, dobiti odgovore od:

Dorotea Lučić: dorotea.lucic@gmail.com

Pročitao sam gore navedene podatke. Karakter, zahtjevi i korist od projekta su mi objašnjeni.

Potpisujući ovaj formular, ističem svoju suglasnost za sudjelovanjem u istraživanju.

Jedan primjerak ovog formulara o suglasnosti pripada svakoj strani u ovome istraživanju.

Potpis ispitanika \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Potvrđujem da sam objasnio gore navedenom ispitaniku karakter i svrhu istraživanja, potencijalne koristi, moguće minimalne rizike u vezi sudjelovanja u ovom istraživanju, da sam odgovorio na njegova pitanja i bio prisutan kod potpisivanja.

Omogućio sam ispitaniku jedan primjerak ovog pisanog dokumenta o suglasnosti.

Potpis istraživača \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

## 2. Potvrda Etičkog povjerenstva



DOM ZDRAVLJA VIROVITIČKO-PODRAVSKE  
ŽUPANIJE

Ljudevita Gaja 21, Virovitica

**ETIČKO POVJERENSTVO**

tel. 033/722-160 i 721127 / fax: 721-198;

web: [dom-zdravlja-vpz.hr](http://dom-zdravlja-vpz.hr) mail: [dz-virovitica.uprava@vt.t-com.hr](mailto:dz-virovitica.uprava@vt.t-com.hr)

URBROJ: 2189-67-1-01-1867/2022

Virovitica, 27.05.2022.

Na temelju članka 94 st. 1. i članka 65. al.2. Zakona o zdravstvenoj zaštiti („Narodne novine“ br.100/18., 125/19., 147/20), te članka 41. st. 1. i 6. al, 2. Statuta Doma zdravlja Virovitičko-podravské županije, a sukladno zamolbi **dr.sc. Ivan Perić iz Osijeka**, Etičko povjerenstvo na temelju suglasnosti svih članova dana 27.05.2022. godine izdaje slijedeće

### MIŠLJENJE ETIČKOG POVJERENSTVA

#### I

Etičko povjerenstvo Doma zdravlja Virovitičko podravské županije razmotrilo je zahtjev za odobrenje istraživanja pod nazivom:

- „**UTJECAJ BOLESTI COVID- 19 NA RAVNOTEŽU,**“

#### II

Etičko Povjerenstvo , zaključuje da je prikazano istraživanje etički prihvatljivo, uz uvjet da isto mora biti u skladu s važećim zakonskim propisima i smjernicama kojim je zaštićen identitet pacijenta/ ispitanika.

  
PREDSJEDNIK  
Etičkog povjerenstva  
**Dražeh Ciglar**, dr.med, spec. med. rada  
i sporta