

# Prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći

---

**Kovačić, Lora**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:251868>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-22**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





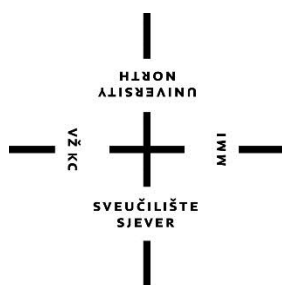
**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 001/FIZ/2021**

**Prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u  
trudnoći**

**Lora Kovačić, 3126/336**

Varaždin, srpanj 2021. godine



# Sveučilište Sjever

Odjel za fizioterapiju

Završni rad br. 001/FIZ/2021

## Prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći

### Student

Lora Kovačić, 3126/336

### Mentor

doc. dr. sc. Manuela Filipec

Varaždin, srpanj 2021. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za fizioterapiju		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Fizioterapija <input type="checkbox"/>		
PRIJAVNIK	Lora Kovačić	IMBAG	0336028098
DATUM	24.6.2021	KOLEGIJ	Specijalne teme u fizioterapiji
NASLOV RADA	Prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Respiratory system adjustments during exercise in pregnancy		
MENTOR	dr.sc. Manuela Filipić	ZVANJE	docentica
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc.dr.sc. Irena Canjuga, predsjednik		
	2. doc.dr.sc. Manuela Filipić, mentor		
	3. Anica Kuzmić, mag.physioth., član		
	4. Nikolina Zaplatić Degač, mag.physioth., zamjenski član		
	5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	001/FIZ/2021
OPIS	<p>Cilj rada bio je prikazati prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći. U prvom dijelu rada opisane su anatomske i fiziološke promjene tjelesnih sustava u trudnoći, dok su u drugom dijelu prikazane prilagodbe respiratornog sustava, promjene respiratornih volumena i kapaciteta te obrazac disanja u trudnoći. Nadalje, navedeni su najčešći poremećaji disanja u trudnoći kao što su dispneja, plućna hipertenzija, poremećaj disanja u snu i astma. U zadnjem poglavlju prikazane su smjernice za vježbanje u trudnoći, dobrobiti i kontraindikacije za vježbanje u trudnoći te utjecaj vježbanja na trudnicu i fetus. Također prikazan je utjecaj niskog, umjerenog i visokog intenziteta vježbanja na respiratorni sustav u trudnoći. U radu su prikazani rezultati recentnih istraživanja iz literature o promjenama respiratornog sustava u trudnoći i prilagodbi respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći.</p>

ZADATAK SRAČEN

24.06.2021.



M. Filipić

## **Predgovor**

Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Manuli Filipec na uloženom trudu, razumijevanju i strpljenju kroz proces nastanka mojeg završnog rada. Želim se zahvaliti i svima koji su na bilo koji način pomogli u ostvarenju ovog rada, bilo riječima motivacije, bilo razgovorom ili savjetima.

## **Sažetak**

Cilj ovog rada bio je prikazati na koji način se organizam trudnice mijenja kroz trudnoću i na koji način reagira na vježbanje u trudnoći. Kroz objašnjene promjene i prilagodbe različitih organskih sustava daje se uvid u stanje organizma trudnice, s naglaskom na respiratorni sustav. U prvom dijelu opisane su općenite anatomske i fiziološke promjene u trudnoći, dok su u drugom dijelu detaljno analizirani respiratorni sustav i njegovi parametri. Nadalje, navedeni su neki od poremećaja disanja u trudnoći kao što su dispneja, plućna hipertenzija, poremećaj disanja u snu i astma. Zadnje poglavlje odnosi se upravo na vježbanje u trudnoći. Istaknute su dobrobiti tjelesne aktivnosti, kao i kontraindikacije i komplikacije koje se mogu javiti prije i nakon vježbanja. Analizirane su prilagodbe dišnog sustava prilikom vježbanja i bavljenja različitim aktivnostima, kao i prilagodbe opće fiziologije trudnice i fetusa tijekom vježbanja u trudnoći. U rad su uključene i preporuke i osnovne smjernice za vježbanje u trudnoći.

**Ključne riječi:** trudnoća, vježbanje, respiratorni sustav, plućni volumeni

## **Abstract**

The aim of this study was to show how a pregnant woman's body changes during pregnancy and how she reacts to exercise in pregnancy. Through the explained changes and adaptations of different organ systems, an insight into the organism is given, with an emphasis on the respiratory system. The first part describes the general anatomical and physiological changes in pregnancy, while the second part analyzes in detail the respiratory system and its parameters. Furthermore, some of the respiratory disorders in pregnancy such as dyspnoea, pulmonary hypertension, sleep-disordered breathing and asthma are listed. The last chapter deals precisely with exercise in pregnancy. The benefits of physical activity are highlighted, as well as the contraindications and complications that can occur before and after exercise. Adaptations of different organ systems while exercising and engaging in different activities were analyzed, as well as adjustments of general physiology of pregnant women and fetus during exercise in pregnancy. Recommendations and basic guidelines for exercise in pregnancy are also included.

**Key words:** pregnancy, exercise, respiratory system, lung volumes

## **Popis korištenih kratica**

**V<sub>T</sub>** - respiracijski volumen

**PO<sub>2</sub>** – parcijalni tlak kisika

**PCO<sub>2</sub>** – parcijalni tlak ugljičnog dioksida

**FRC** – funkcionalni rezidualni kapacitet

**VC** – vitalni kapacitet

**IRV** – inspiracijski rezervni volumen

**RV** – rezidualni volumen

**TLC** – totalni kapacitet pluća

**IUGR** – intrauterino ograničenje rasta

**ITM** – indeks tjelesne mase

**GDM** – gestacijski dijabetes melitus

**ACOG** – Američko udruženje opstetričara i ginekologa

**CDC** – Centar za kontrolu i prevenciju bolesti

**ACSM** – Američko učilište za sportsku medicinu

**SOGC** – Društvo opstetričara i ginekologa Kanade



# Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Prilagodbe organskih sustava u trudnoći .....	3
3.	Prilagodbe respiratornog sustava u trudnoći.....	4
3.1.	Djelovanje hormona na respiratorni sustav u trudnoći.....	6
3.2.	Volumen pluća tijekom trudnoće .....	6
3.3.	Prilagodba prsnog koša i respiratornih mišića tijekom trudnoće .....	7
4.	Poremećaji disanja u trudnoći .....	10
4.1.	Dispneja tijekom normalne trudnoće .....	10
4.2.	Plućna hipertenzija u trudnoći.....	11
4.3.	Poremećaji disanja prilikom spavanja u trudnoći .....	11
4.4.	Ostale plućne bolesti u trudnoći .....	12
5.	Vježbanje u trudnoći .....	14
5.1.	Vježbanje i komplikacije povezane s trudnoćom.....	16
5.2.	Prilagodba fiziologije trudnice i fetusa prilikom vježbanja .....	17
5.3.	Interakcija vježbanja i trudnoće .....	20
5.4.	Utjecaj tjelesne aktivnosti na tijek i ishod trudnoće.....	23
6.	Prilagodbe respiratornog sustava tijekom vježbanja u trudnoći .....	28
6.1.	Niski intenzitet vježbanja .....	28
6.2.	Umjereni i visoki intenzitet vježbanja.....	28
6.3.	Maksimalni intenzitet vježbanja.....	28
7.	Zaključak.....	29
8.	Literatura.....	30
	Popis slika .....	31

# 1. Uvod

Fiziološke promjene do kojih dolazi u normalnoj, zdravoj trudnoći predmet su brojnih istraživanja, osobito što se tiče promjena i prilagodba reproduktivnih organa, ali isto tako i drugih organa i organskih sustava. Iako su neke od tih promjena dobro opisane i istražene, to nije slučaj kod respiratornog sustava. Mnoge prethodne studije bavile su se tehnikama mjerenja koja nisu bila reproducibilnog karaktera i proučavale su manji broj subjekata u nepravilnim intervalima kroz trudnoću. Cilj ovog rada je proučiti poznate činjenice o prilagodbi respiratornog sustava tijekom normalne trudnoće te relaciju između navedenih i vježbanja u trudnoći [1].

Unapređenje općeg zdravstvenog statusa i prevencija bolesti samo su dvije od mnogobrojnih dobiti tjelesne aktivnosti i vježbanja u trudnoći, ali i općenito. Tjelesna aktivnost svakako je ključan čimbenik u poboljšanju zdravstvenog statusa. Umjerena tjelovježba u trudnoći ne predstavlja veći fiziološki šok za trudnicu od onog koji se odnosi na povećanu tjelesnu masu, odnosno opterećenje koji predstavlja plod. Trudnoća ne ugrožava ni apsolutnu vrijednost aerobnog kapaciteta. Kako trudnoća napreduje, povećanje tjelesne mase otežava izvođenje određenih aktivnosti u kojima se savladava sila gravitacije u uspravnom stavu kao što su penjanje uz stepenice, hodanje i trčanje i izvođenje vježbi s velikim opterećenjem (engl. *weight-bearing activities*). Na taj način smanjuje se učinkovitost samih pokreta i aktivnosti. U trudnoći se, osobito u zadnjim mjesecima, povećava plućna ventilacija u submaksimalnom intenzitetu vježbanja. Hormon progesteron povećava senzibilitet respiratornog centra na ugljikov dioksid i direktnim putem stimulira hiperventilaciju [2].

Među najpopularnije tjelesne aktivnosti u trudnoći spadaju hodanje, plivanje i aerobik (ritmičke aerobne vježbe, vježbe istezanja, vježbe snage). Kardiovaskularni odgovori prilikom vježbanja u trudnoći slijede pravilne i prirodne obrasce prilagodbe. Bilo koji faktor prilikom vježbanja koji bi mogao ugroziti fetalnu opskrbu krvlju zahtijeva dodatnu pažnju i oprez. Studije protoka krvi u maternici kod razmatranih sisavaca u istraživanjima pokazuju da kod zdravih životinja nema problema sa oksigenacijom i dovoljnom opskrbom krvi fetusa prilikom umjerenog vježbanja u trudnoći. Pretpostavlja se da se vježbanjem određena količina krvi iz maternice i organa trbušne šupljine preusmjerava u mišiće, pa bi intenzivno vježbanje moglo biti potencijalna opasnost za fetus zbog smanjene cirkulacije krvi u posteljici. I hipertermija (povišena tjelesna temperatura) trudnice nepovoljno utječe na fetalni razvoj (povećani rizik za defekt neuralne cijevi kod fetusa ili novorođenčeta). U vrućih mjeseci, trudnica bi trebala vježbati tijekom hladnijeg dijela dana (na primjer ujutro), u kraćim intervalima, uz dovoljan unos tekućine [2].

Trenutna medicinska stajališta govore o tome da 30 ili 40 minuta aerobnog vježbanja umjerenog intenziteta kod prethodno aktivnih, zdravih, nerizičnih trudnica u nekomplikiranoj trudnoći ne ugrožava fetalnu opskrbu krvlju i acidobazni status i nema nepovoljnih učinaka na trudnicu ili fetus. Redovitim izvođenjem umjerenog vježbanje održava optimalne kardiovaskularne vrijednosti i ima pozitivni učinak na opće stanje organizma. Ne postoji opća suglasnost o tome da li redovito vježbanje u trudnoći utječe na tijek trudnoće, porođaj, izgon djeteta i krajnji ishod trudnoće. Trenutni podaci govore u korist redovitog vježbanja i tjelesne aktivnosti tijekom trudnoće, čak i nakon prvog tromjesečja. U više pogleda fiziološki odgovori organizma i prilagodba na vježbanje u pozitivnoj su interakciji s fiziološkim promjenama u trudnoći.

Među utjecaje redovitog aerobnog vježbanja u trudnoći mogu se ubrojiti: smanjenje porođajne težine, smanjenje krivulje rasta porođajne težine te smanjenje postotka masnog tkiva kod novorođenčeta [2].

Prije svega, važno je prikazati i najvažnije kontraindikacije za vježbanje tijekom trudnoće.

*Kontraindikacije za vježbanje u trudnoći:*

1. Hipertenzija uzrokovana trudnoćom
2. Prijevremeno prsnuće plodovih ovoja
3. Prijevremeni porod u prethodnoj ili trenutnoj trudnoći
4. Nepravilnosti vrata maternice
5. Perzistentno krvarenje u drugom i trećem tromjesečju
6. Intrauterina retardacija rasta
7. Dijabetes tipa I
8. Povijest dva ili više spontanih pobačaja
9. Višeplodna trudnoća
10. Pušenje
11. Prekomjerna konzumacija alkohola
12. Povijest preuranjenog poroda
13. Anemija
14. Pretilost

[2]

Ukoliko su one prisutne u trudnoći, trudnoća može biti rizična i potreban je dodatni oprez [2].

## 2. Prilagodbe organskih sustava u trudnoći

Do fizioloških promjena u trudnoći dolazi kako bi se tijelo trudnice prilagodilo fetusu u razvoju i trudnicu pripremilo za porod, ali važno je razlikovati normalne fiziološke promjene od patologije. Za većinu trudnica koje imaju nekomplikiranu trudnoću, ove promjene nestaju nakon trudnoće s minimalnim preostalim učincima [3].

Tijekom trudnoće trudnica je podvrgnuta značajnim i dubokim anatomskim i fiziološkim promjenama kako bi se mogla nositi s povećanim fizičkim i metaboličkim zahtjevima trudnoće. Te promjene započinju nakon začeća i utječu na sve organske sustave u tijelu. Kardiovaskularni, respiratorni, hematološki, bubrežni, gastrointestinalni i endokrini sustav prolaze kroz važne fiziološke promjene i prilagodbe potrebne da bi se omogućio pravilan razvoj fetusa i kako bi i trudnica i dijete uspješno odgovorili na zahtjeve porođaja. Takve promjene u anatomiji i fiziologiji mogu izazvati poteškoće u tumačenju simptoma i biokemijskih ispitivanja, čineći kliničku procjenu trudnice vrlo izazovnom. Razumijevanje ovih promjena važno je za svakog opstetričara i za svo zdravstveno osoblje koje prati trudnicu kroz trudnoću [4].

Promjene organa i organskih sustava u trudnoći pod djelovanjem su hormonskih prilagodba te mehaničkog utjecaja povećane maternice. Najviše su izražene promjene spolnih organa: maternica se povećava s približno 5 mL na 5 L, masa joj raste od 50 do 60 g na približno 1 kg [5].

Što se tiče ostalih sustava vidljive su promjene u kardiovaskularnom sustavu: učestalost rada srca povećava se za približno 5 do 10 otkucaja u minuti, a volumen krvi povećan je od približno 5 L na približno 7 L. Krvni se tlak uglavnom ne mijenja. Također, povećavaju se volumen pojedinačnog udisaja i frekvencija disanja. Rad bubrega je pojačan, a peristaltika crijeva usporena. Značajne su promjene u metabolizmu tekućine i soli. Zdrava trudnica tijekom trudnoće oteža u prosjeku 12,5 kg; bjelančevine obuhvaćaju 1 kg, masti približno 4 kg, voda 7,5 kg. Oko 5 L vode raspoređeno je u plodu, posteljici, maternici i plodovoj vodi, a približno 1 L u krvi te 1,5 L u ostalom tkivu. Zbog toga su česte pojave blagih otekline oko gležnjeva i zapešća. Zadržavanje tekućine posljedično dovodi do zadržavanja soli [5].

Vezano uz endokrinološki sustav, hipofiza pojačano izlučuje hormon oksitocin, koji je važan prilikom trudova, te prolaktin koji tijekom trudnoće priprema dojke za laktaciju, a nakon porođaja potiče u njima stvaranje mlijeka [5].

### 3. Prilagodbe respiratornog sustava u trudnoći

Tijekom zdrave trudnoće plućna funkcija, obrazac disanja i izmjena plinova pod utjecajem su biokemijskih i mehaničkih prilagodba na trudnoću [6].

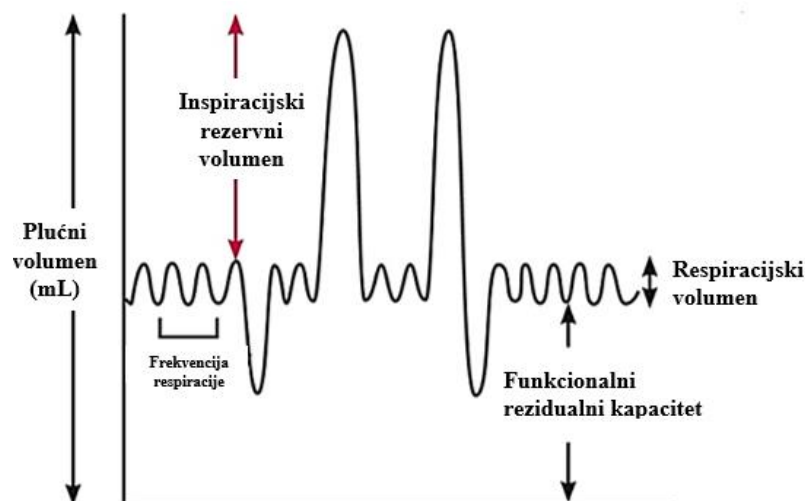
U trudnoći dolazi do značajnog povećanja potrebe za kisikom. To se događa zbog povećanja brzine metabolizma od oko 15% i povećane potrošnje kisika za 20-30%. Porast minutne ventilacije iznosi 40-50%, uglavnom zbog povećanja respiracijskog volumena ( $V_T$ , engl. *tidal volume*). Hiperventilacija trudnice uzrokuje porast parcijalnog tlaka kisika ( $PO_2$ ) i pad parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida ( $PCO_2$ ), s kompenzacijskim padom bikarbonata u serumu na 18–22 mmol/L. Blaga potpuno kompenzirana respiratorna alkalozna stoga je normalna u trudnoći (arterijski pH 7,44) [3].

<i>Parametar</i>	<i>Normalne vrijednosti</i>	
	<i>U trudnoći</i>	<i>Prije trudnoće</i>
pH	7,40 – 7,47	7,35 – 7,45
pCO <sub>2</sub> , mmHg (kPa)	≤ 30 (3,6 – 4,3)	30 – 40 (4,7 – 6,0)
pO <sub>2</sub> , mmHg (kPa)	100 – 104 (12,6 – 14,0)	90 – 100 (10,6 – 14,0)
višak baza ( <i>engl. base excess</i> )	nema promjena	+2 do -2
bikarbonati (mmol/L)	18 – 22	20 – 28

Slika 3.1. Vrijednosti respiratornih parametara u trudnoći

Izvor: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4928162/>

Kranijalni pomak dijafragme u kasnoj trudnoći rezultira smanjenjem funkcionalnog rezidualnog kapaciteta (FRC), ali vitalni kapacitet (VC) ostaje nepromijenjen. Inspiracijski rezervni volumen (IRV) smanjuje se rano u trudnoći, kao rezultat povećanog respiracijskog volumena ( $V_T$ ), ali se povećava u trećem tromjesečju, kao rezultat smanjenog funkcionalnog rezidualnog kapaciteta (FRC) [3].



Slika 3.2. Fiziološke promjene respiratornih funkcija u trudnoći

Izvor: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4928162/>

Trudnoća također može biti popraćena subjektivnim osjećajem gubitka daha bez hipoksije. To je fiziološko stanje i najčešće se događa u trećem tromjesečju, iako može započeti bilo kada tijekom trudnoće. Ono što je zanimljivo, obično do nedostatka zraka dolazi u mirovanju ili tijekom razgovora, a ventilacija se može poboljšati tijekom blage aktivnosti. Povećanje potrošnje kisika tijekom trudnoće i niži funkcionalni rezidualni kapacitet dovode do toga da trudnice imaju niže rezerve kisika i podložnije su hipoksičnosti [3].

Zbog povećanja maternice i povećanja intraabdominalnog tlaka, dolazi do kranijalnog pomaka dijafragme za oko 4 cm. Uz to, hormoni progesteron i relaksin uzrokuju opuštanje ligamenata koji povezuju rebra s prsnom kosti. Posljedično, opseg prsa povećava se za 5 do 7 cm zbog povećanja prednjeg i stražnjeg poprečnog promjera prsa do 2 cm. Respiracijski volumen ( $V_T$ ) povećava se za 30-50%, od 500 do 700 ml, dok se frekvencija disanja lagano povećava za 1-2 udisaja u minuti. Hiperventilaciju uzrokuje progesteron, a s dispnejom se susreće oko 60–70% trudnica do 30. tjedna trudnoće. Zbog dispneje napori su češći, posebno u trećem tromjesečju, pa dijagnoza respiratornih problema u trudnoći može biti teža nego kod drugih osoba. Promjene respiratorne fiziologije rezultiraju višim  $PO_2$  (13-14 kPA) i manjim  $PCO_2$  (3,7–4,2 kPA) u cirkulaciji. Viši  $PO_2$  u cirkulaciji olakšava prijenos kisika iz majčine u fetalnu cirkulaciju, dok niži  $PCO_2$  u cirkulaciji trudnice olakšava prijenos ugljičnog dioksida u obrnutom smjeru. Bol, anksioznost i ubrzano disanje tijekom druge faze poroda povećavaju minutnu ventilaciju, dok narkotični analgetici imaju suprotan učinak. Stoga postoje velike razlike u minutnim ventilacijama i obrascima disanja tijekom poroda, s minutnom ventilacijom u rasponu od 7 do 90 litara u minuti. Nakon poroda, plućni volumen se vraća u normalu, s normalnim funkcionalnim rezidualnim kapacitetom i rezidualnim volumenom koji se vraća početne vrijednosti unutar 48 sati [4].

### **3.1. Djelovanje hormona na respiratorni sustav u trudnoći**

Čini se da je respiratorni odgovor na trudnoću u velikoj mjeri posredovan djelovanjem hormona progesterona i, možda u manjoj mjeri, estrogena, barem u prvom i drugom tromjesečju. Mehanički učinci gravidne maternice uzrokuju relativno malo promjena u plućnoj mehanici, iako sitnije promjene u radu dišnog sustava zahtijevaju daljnja ispitivanja. Dispneja tijekom trudnoće također je vjerojatno posredovana hormonima, ali točne relacije između hormonskog statusa, funkcionalnih promjena i razvoja simptoma još nisu jasno definirane [1].

Tijekom trudnoće hormonalne promjene glavni su razlog promjena u disanju buduće majke. Progesteron se postupno povećava tijekom trudnoće, sa 25 ng/mL u prvih 6 tjedana na 150 ng/mL u 37. tjednu trudnoće. Progesteron djeluje kao okidač primarnog respiratornog centra povećavajući osjetljivost respiratornog centra na ugljikov dioksid, što pokazuje strmiji nagib ventilacijske krivulje kao odgovor na promjene ugljikovog dioksida na razini alveola te mijenja tonus glatkih mišića dišnih putova što rezultira bronhodilatacijskim učinkom. Također posreduje hiperemiju i edem površine sluznice, uzrokujući začepljenje nosa [6].

Cirkulirajuće razine estrogena povećavaju se tijekom trudnoće, paralelno s razinama progesterona ili prije. Estrogen je posrednik progesteronskih receptora. Povećava broj i osjetljivost progesteronskih receptora unutar hipotalamusa i medule, središnjih neuronskih područja povezanih s dišnim sustavom. Sljedeći hormoni, prostaglandini stimuliraju kontrakciju glatkog mišićja maternice tijekom porođaja i prisutni su tijekom sva tri tromjesečja trudnoće. Prostaglandin  $PGF_2$  povećava otpor dišnih putova suženjem glatkih mišića bronha (vazokonstrikcija), dok bronhodilatacijski učinak može biti posljedica prostaglandina  $PGE_2$  [6].

Ukupni plućni otpor može se smanjiti zbog opuštanja glatkog mišićja u traheobronhalnom stablu pod hormonskim utjecajem. Difuzni kapacitet pluća za ugljični monoksid ostaje normalan ili se smanjuje tijekom druge polovice trudnoće. Povećanje osjetljivosti respiratornog centra na ugljični dioksid posredovano progesteronom rezultira povećanim respiracijskim volumenom i minutnom ventilacijom, ali ne utječe na brzinu disanja [7].

### **3.2. Volumen pluća tijekom trudnoće**

Osim smanjenja funkcionalnog rezidualnog kapaciteta pluća (FRC), trudnoća ne utječe na volumen pluća. Ovaj pad u FRC započinje od petog mjeseca trudnoće, a s vremenom se FRC smanjuje za 10% –20%. Trudnoća obično ne narušava funkciju velikih dišnih putova i ne utječe na forsirani volumen izdisaja [7].

Većina stručnjaka slaže se da već u ranoj trudnoći dolazi do porasta minutne ventilacije u mirovanju [1]. Međutim, još nije razjašnjeno u kojem točno stadiju trudnoće do toga dolazi i koliko iznosi magnituda porasta. Neke studije pokazale su linearan porast ventilacije do 40% i posljedični pad  $PCO_2$  kroz trudnoću, te značajne promjene u disanju već u prvom tromjesečju trudnoće. Većina autora ipak donosi zaključak da je porast minutne ventilacije u vezi s porastom respiracijskog volumena, dok frekvencija disanja kroz trudnoću ostaje konstantna [1].

U vidu povećanog volumena zraka koji ulazi u pluća i izlazi iz pluća trudnice, potrebno je razmotriti kako taj povećani volumen utječe na izmjenu (difuziju) plinova kroz alveolo-kapilarnu membranu. Čini se da porast minutne ventilacije tijekom trudnoće ima veze sa smanjenom učinkovitošću difuzije plinova kroz membranu, međutim potrebna su dodatna preciznija istraživanja kako bi se dokazala uzročno-posljedična veza između navedenog. Već tijekom drugog tromjesečja trudnoće smanjuju se funkcionalni rezidualni kapacitet (FRC) i izdisajni rezervni volumen pluća zbog kranijalnog pomaka ošita (dijafragme). Isto tako, rezidualni volumen (RV) može se smanjiti na početku trudnoće za 0 do 4 litre. Ipak, totalni kapacitet pluća (TLC) i vitalni kapacitet (VC) ne mijenjaju se značajno [1].

### **3.3. Prilagodba prsnog koša i respiratornih mišića tijekom trudnoće**

Biokemijske i mehaničke promjene utječu na anatomiju i reguliraju fiziologiju dišnog sustava tijekom normalne trudnoće. Prve uključuju povećanu razinu hormona progesterona i relaksina, koji uzrokuju gubitak kolagena, s posljedičnim opuštanjem ligamenata i hrskavice. Mehaničke promjene odnose se na rastuću maternicu, čiji je glavni mehanički učinak kranijalni pomak unutrašnjih organa. Kombinacija ovih čimbenika progresivno utječe na oblik i dimenziju stijenke prsnog koša u smislu povećanja subkostalnog kuta, kao i na torakalni i trbušni opseg [8].

Nekoliko je studija otkrilo da se maksimalni inspiracijski i ekspiratorni volumeni ne mijenjaju s trudnoćom [8]. Stoga se čini da je sposobnost respiratornih mišića da razvijaju pritisak očuvana. Trbušni mišići se izdužuju, ali istovremeno održavaju silu i napetost. Što se tiče dijafragme, glavnog dišnog mišića, ona ima 2 glavna djelovanja - ventilacijsko i neventilacijsko (ili ekspulzivno). Prvo se postiže aktivacijom samo motornih jedinica otpornih na zamor, a drugo, neventilacijsko djelovanje, aktivacijom motornih jedinica koje nisu otporne na zamor. Tijekom ventilacije dijafragma koristi oko 10% ukupne snage, stoga ima veliku rezervu kapaciteta stvaranja sile i visoku razinu aktivacije. Iz tih razloga, dijafragma i trbušni mišići izrazito su važni u fazi porođaja, kada se moraju snažno kontrahirati, djelujući kao steznik i "motor" koji će izbaciti plod iz maternice [8].



Cilj rada u jednom istraživanju bio je okarakterizirati i postupno pratiti promjene dišnog sustava izazvane trudnoćom i razumjeti njihove mehanizme i moguće implikacije [8]. Stoga je poduzeto longitudinalno višedimenzionalno istraživanje kako bi se istražili različiti aspekti respiratorne funkcije, koristeći neinvazivne i precizne tehnike, u svakom tromjesečju trudnoće.

Različiti aspekti rada obuhvaćali su praćenje oblika stijenke prsnog koša, obrazac disanja, varijacije torakoabdominalnog volumena te debljinu i gibanje dijafragme u sjedećem i ležećem položaju. Posebno je bilo važno razumjeti neto učinak na dijafragmu progresivno povećanog volumena trbuha, koji može imati dva suprotna učinka: istežanje i povećano opterećenje.

Mjerenja su provedena na kraju prvog (T1), drugog (T2) i trećeg (T3) tromjesečja trudnoće u svih trudnica. Protokol je primijenjen na 39 ispitanica: na 18 prvorotkinja i na 21 nerotkinji, sa prosječnom dobnom razlikom od 6 godina. Prvorotkinje su se do 31. tjedna trudnoće u prosjeku udebljale 6.5 kg [8].

Apsolutna vrijednost vitalnog kapaciteta pluća (VC) nije se mijenjala s napredovanjem trudnoće ni u sjedećem ni u ležećem položaju. Forsirani vitalni kapacitet pluća ostao je unutar predviđenih vrijednosti u sva tri tromjesečja.

S porastom gestacije, došlo je do modifikacije stijenke prsnog koša i na prsnoj i na trbušnoj razini. Kao što se i očekivalo, svi parametri veličine trbuha postupno su se povećavali.

Konkretno, volumen stijenke prsnog koša povećao se za 4,46 L u trećem tromjesečju, a suprotno tome, prsni koš mijenjao se u obliku (promjeri, opsezi, površine presjeka i subkostalni kut postupno su se povećavali). Budući da se ukupni volumen prsnog koša povećao za 4,46 L u trećem tromjesečju, pod pretpostavkom da je prosječna gustoća jednaka 1, dobivenih 6,5 kg težine uglavnom se nalazilo u truhu (65%), a oko 31% u ekstremitetima [8].

Minutni volumen disanja u ležećem položaju bio je viši kod prvorotkinja nego kod nerotkinja u sva tri tromjesečja, i tek nešto viši u trećem tromjesečju u sjedećem položaju. Brzina disanja blago se povećala u sjedećem položaju u drugom i trećem tromjesečju, ali ne i u ležećem položaju, u usporedbi s prvim tromjesečjem u kojem je brzina ostala nepromijenjena u oba položaja.

Promjena položaja tijela imala je slične učinke kod prvorotkinja i nerotkinja. Prelazeći iz sjedećeg u ležeći položaj, minutna ventilacija se smanjila; inspiratorni kapacitet prsnog koša povećao se, dok se ekspiratorni rezervni volumen smanjio [8].

Glavni rezultati sugeriraju da se tijekom trudnoće dogodila reorganizacija prsnog koša, u obliku, ali ne i u volumenu. Ovaj proces može biti objašnjen kroz djelovanje polagane mehaničke sile koju razvija rastuća maternica i koje je posredovano hormonalnim promjenama uzrokovanim trudnoćom. Novi torakalni oblik nadoknadio je rastuću maternicu tako da pluća nisu bila ograničena i da se prilagodio prostor za proširenje trbuha [8].

Trbušni doprinos inspiraciji povećao se u mirovanju i tijekom maksimalnog kapaciteta. Unatoč učinku istežanja i kranijalnog pomaka unutrašnjih organa, debljina dijafragme nije smanjena.

Dakle, trudnoća utječe na dišni sustav na dva načina, putem kemijskih promjena i putem mehaničkih promjena. Hormoni sami po sebi potiču povećanje brzine disanja. Oni također uzrokuju gubitak kolagena s posljedičnim opuštanjem zglobova. To, u kombinaciji s mehaničkim učinkom rastuće maternice, stvara pomicanje trbušnih organa i dijafragme prema gore (prema vršku prsne kosti). U skladu s tim, ustanovljeno je da se prsni koš mijenja u obliku, ali ne i u volumenu. Na taj način pluća nisu ograničena i prilagođen je prostor za proširenje abdomena. Progresivne geometrijske promjene torakoabdominalne stijenke tijekom trudnoće imale su različite učinke na dišne mišiće [8].

Disanje je ostalo nepromijenjeno - trbušno u ležećem položaju, dok se doprinos abdomena povećao u sjedećem položaju u posljednjem tromjesečju trudnoće. Didaktičko pojednostavljeno djelovanje dijafragme i prsnih mišića na stijenku prsnog koša pokazuje da tijekom inspiracije ekspanzija trbuha i prsnog koša aktivno odražava djelovanje mišića dijafragme i inspiratornih mišića, dok je izdisaj pasivan u mirovanju i održavan isključivo mehaničkim svojstvom „elastičnog povratka“ pluća (odnosi se na unutarnju tendenciju pluća da se ispuhaju nakon udisaja).

Suprotno tome, izdah je aktivan tijekom manevara za mjerenje vitalnog kapaciteta pluća, s kontrakcijom trbušnih mišića, što doprinosi smanjenju volumena prsnog koša. Rezultati ovog ispitivanja - smanjeni doprinos prsnog koša promjenama volumena u trećem tromjesečju, kako tijekom spontanog disanja, tako i tijekom maksimalnog forsiranog izdisaja - sugeriraju da je djelovanje mišića prsnog koša smanjeno tijekom trudnoće [8]. To je vjerojatno posljedica promijenjenog položaja rebara zbog kojeg je došlo do skraćanja duljine mišića prsnog koša i do smanjenja kontraktilne sile. Zabilježeno je da varijacija kuta između rebara i kralježaka od 10% može dovesti do promjene od 5% u snazi i radu interkostalnih mišića. Uz to, pri velikom volumenu pluća orijentacija rebara također ima negativan utjecaj na pad pleuralnog tlaka koji nastaje zadanom kranijalnom silom koja se primjenjuje na rebra. Ova promjena u obrascu kretanja rebara neovisna je o duljini mišića i dalje inhibira funkciju mišića prsnog koša [8].

Zaključno, fiziološke i strukturne prilagodbe stijenke prsnog koša koje se javljaju tijekom trudnoće čuvaju volumen pluća, kao i funkciju dijafragme i trbušnih mišića. Poznavanje ovih normalnih fizioloških promjena tijekom trudnoće može biti korisno za stručnjake koji se bave visokorizičnim trudnoćama [8].

## 4. Poremećaji disanja u trudnoći

Poremećaji disanja u trudnoći mogu proizaći iz tjelesnih prilagodba u trudnoći, kao i iz komplikacija u njoj. Razumijevanje mehanizama promjena u dišnom sustavu tijekom trudnoće pomaže u diferencijalnoj dijagnozi dispneje u normalnoj trudnoći, za razliku od patološke dispneje i ostalih stanja. Fiziološke promjene tijekom trudnoće utječu na majčinu respiratornu funkciju i izmjenu plinova, pa zato pojava ovih stanja nije rijetkost [9].

### 4.1. Dispneja tijekom normalne trudnoće

Evidentno je da velik postotak trudnica barem jednom tijekom svoje trudnoće osjeti nedostatak zraka ili zaduhu. Istraživanje koje su proveli Milne, Howie i Pack 1978. godine pokazalo je da je skoro 50% trudnica imalo simptome dispneje (otežanog disanja) već u razdoblju prije 20. tjedna gestacije. Iako ne postoje pravi dokazi za to, čini se da se radi o hormonalnoj etiologiji simptoma, a ne o mehaničkoj. Vezano uz hormone, već je spomenuto da spolni hormon progesteron utječe na promjene parcijalnog tlaka ugljikovog dioksida ( $PCO_2$ ) pa su žene čiju trudnoću prati dispneja osjetljivije na promjene  $PCO_2$  od onih koje nemaju simptome zaduhe. Etiološki mehanizmi dispneje u trudnoći nisu u potpunosti razjašnjeni, ali sve je više pokazatelja da je pojava nedostatka zraka na neki način povezana s neizbježnom hiperventilacijom koja prati gravidno stanje i da za navedeno nisu odgovorni mehanički faktori, osobito u prvom i drugom tromjesečju [1].

S druge strane, dispneja može biti uzrokovana komplikacijama u trudnoći, što zahtijeva optimalan medicinski tretman. Ispravna procjena zahtijeva razumijevanje kardiopulmonalnih promjena koje se javljaju tijekom normalne trudnoće, kako bi se prepoznao sindrom dispneje. Milne i sur. proučavao je učestalost dispneje u 62 trudnice s urednom trudnoćom. Devet trudnica je prijavilo probleme sa dispnejom tijekom prvog tromjesečja, 31 do 19. tjedna i 46 do 31. tjedna. Budući da dispneja započinje u prvom gestacijskom tromjesečju, vjerojatno je da biokemijske i mehaničke promjene zajedno doprinose dispneji tijekom trudnoće. Uz to, povećanje respiratornog nagona u trudnoći dovelo je do povećanja dišnog volumena, a ne frekvencije disanja, što pokazuje da dispneja nije povezana s tahipnejom (ubrzanim plitkim disanjem) [9].

Dispneja je svijest o respiratornom distresu ili nedostatak zraka. Percepcija daha dobro korelira s respiratornim sustavom. Dakle, povećanje respiratornog nagona u trudnoći može pridonijeti percepciji dispneje. Vjeruje se da je dispneja uzrokovana neskladom ili neusklađenošću između poruke o prosljeđivanju respiratornim mišićima i povratnih informacija receptora koji nadziru odgovor ventilacijske pumpe. Kad je razlika velika, pojavljuje se dispneja. Nepoznata niska razina  $PCO_2$  koja proizlazi iz hiperventilacije može pridonijeti razvoju dispneje u trudnoći [9].

Međutim, drugi znanstvenici vjeruju da je pretjerani ventilacijski odgovor na PO<sub>2</sub> ili PCO<sub>2</sub> povezan s fiziološkom dispnejom u trudnoći [9]. Ipak, nije samo pojačani respiratorni nagon zbog povišenja progesterona i estrogena odgovoran za hiperventilaciju i dispneju u trudnoći, već je bitan i porast rada metabolizma [9].

Pažljiva anamneza, rentgen prsnog koša, test plućne funkcije i procjena izmjene plinova nužni su kako bi se isključila patološka dispneja u trudnoći [9].

## **4.2. Plućna hipertenzija u trudnoći**

Plućna hipertenzija (PH) je stanje kod kojeg u krvnim žilama plućnog krvotoka dolazi do povišenja krvnog tlaka. Znakovi PH u trudnoći su vrlo nespecifični te variraju od osobe do osobe, stoga na sve treba obratiti pažnju tijekom procjene takvih trudnica. Mnogo je uzroka PH, a kada je uzrok nepoznat radi se o primarnoj plućnoj hipertenziji (PPH). Kod PPH krvne žile u plućima postaju sužene, hipertrofične i fibrozirane te dolazi do povećanog opterećenja desne klijetke i popuštanja desne strane srca. Umor, dispneja u naporu, povremeni pritisak u prsima i sinkopa neki su od simptoma. Dijagnoza se postavlja na način da se mjeri tlak u plućnoj arteriji. Trudnoća kod trudnica s PH je rizična jer se fiziološke promjene povezane s trudnoćom tada teže podnose i može doći do određenih komplikacija. Kateterizacija srca zlatni je standard za procjenu i obradu PH. Plućnom hipertenzijom naziva se stanje u kojem je srednji tlak u plućnoj arteriji  $\geq 25$  mmHg u mirovanju ili  $\geq 35$  mmHg u naporu [10].

## **4.3. Poremećaji disanja prilikom spavanja u trudnoći**

Mnoge promjene u dišnom sustavu događaju se tijekom trudnoće, osobito tijekom trećeg tromjesečja, koje može promijeniti respiratornu funkciju tijekom spavanja, čime se povećava incidencija poremećaja u disanju tijekom sna. Te promjene uključuju povećanu ventilaciju i metabolizam, smanjeni funkcionalni rezidualni kapacitet i rezidualni volumen i promjene u prohodnosti gornjih dišnih putova. Klinička važnost ovih promjena ukazuje na povećanu učestalost hrkanja tijekom trudnoće, što će se vjerojatno i odraziti povećanom učestalosti opstruktivnog spavanja i sindromima apneje (kratkotrajni prekid disanja) i hipopneje (plitko disanje). Kod pregleda trudnice mogućnost poremećaja disanja tijekom spavanja trebala bi se uvijek uzeti u obzir. Plućna mehanika (mjerena tijekom dana) tijekom trudnoće značajno se mijenja. Funkcionalni rezidualni kapacitet pluća smanjuje se, a to je posebno važno tijekom sna jer je sam pad FRC-a povezan sa spavanjem. Sa smanjenjem FRC-a oksigenacija se također smanjuje, što dovodi do povećanja arterijskog gradijenta kisika u trudnoći [11].

Tijekom ventilacije može doći do zatvaranja gornjih dišnih putova što rezultira neusklađenošću ventilacije i prokrvljenosti tkiva. To se često događa baš u ležećem položaju. Cirkulirajuće razine estrogena i progesterona znatno se povećavaju tijekom trudnoće, primarno radi očuvanja trudnoće, ali uz to hormoni su zaslužni i za brojne druge fiziološke promjene u trudnoći. Progesteron izrazito pojačano regulira ventilaciju na razini središnjih kemoreceptora (smještenih ventrolateralno, na površini medule). Kao rezultat, snižava se parcijalni arterijski tlak ugljičnog dioksida ( $PCO_2$ ) i nastaje pridružena respiratorna alkalozna s arterijskim pH 7,44 (u usporedbi sa 7,40 kod ostalih žena koje nisu trudne). Respiratorna alkalozna može dovesti do nestabilnosti u respiratornom sustavu i kontrolni putovi disanja mogu postati neuravnoteženi za vrijeme spavanja. U skladu s regulacijom središnjeg respiratornog sustava, povećan je dijafragmatski napor što dovodi do većeg negativnog inspiracijskog tlaka na razini gornjeg dišnog puta. To može biti povezano s povećanom tendencijom za kolaps gornjih dišnih puteva tijekom spavanja [11].

Dobro je poznato da je prohodnost gornjih dišnih putova važan prediktor prisutnosti i ozbiljnosti poremećaja disanja tijekom spavanja, a smanjena dimenzija ždrijela snažno je povezana s opstruktivnom apnejom u snu. Prohodnost nosa također se smanjuje tijekom trudnoće, 42% kod trudnica u 36. tjednu trudnoće koje prijavljuju nazalnu kongestiju i rinitis. Ovi simptomi mogu biti povezani s kombinacijom povećanja razine progesterona i estrogena kako trudnoća napreduje. Porast u cirkulirajućim razinama estrogena povezan je s nazalnim rinitisom i tijekom lutealne faze menstrualnog ciklusa i tijekom trudnoće. Osim toga, povećanje volumena cirkulirajuće krvi povezano s trudnoćom također može pridonijeti nazalnoj kongestiji. Stoga, postoji niz fizioloških promjena koje se javljaju tijekom trudnoće i koje mogu pogoršati stanje kod već postojećih poremećaja spavanja [11].

#### **4.4. Ostale plućne bolesti u trudnoći**

Neke od promjena dišnog sustava u trudnoći mogu predisponirati trudnicu za razvoj nekoliko akutnih plućnih poremećaja, poput aspiracije, tromboembolijske bolesti, plućnog edema i embolije plodovom vodom. Trudnoća također može utjecati na tijek nekih kroničnih plućnih bolesti, ponajviše na astmu i sarkoidozu. Suprotno tome, ova plućna stanja, ako su loše kontrolirana, mogu negativno utjecati na trudnoću [12].

Upala pluća, premda je rijetka, najčešća je infekcija koja uzrokuje komplikacije, kao i smrtnost trudnice i fetusa u peripartalnom razdoblju. Mikroorganizmi koji uzrokuju upalu pluća u trudne pacijentice nisu jedinstveni; međutim, trudnice su možda osjetljivije na organizme koji se kontroliraju imunološkim procesima posredovanim stanicama, poput virusa, gljivica i mikobakterija [12].

Nedavne studije također sugeriraju da se učestalost bakterijske upale pluća u trudnoći može povećavati, ali to može biti zbog sve većeg broja trudnica s osnovnim medicinskim poremećajima [12]. Vrućica, zimica i kašalj koji stvara gnojni ispljuvak najčešće su pritužbe kod bakterijske upale pluća. Upala pluća može se javiti virusnom upalom plućnog parenhima ili sekundarnom bakterijskom infekcijom. Iako se cijepljenje protiv gripe ne preporučuje svim trudnicama, ono se može koristiti u visoko rizičnih bolesnika i treba ga primijeniti nakon prvog tromjesečja [12].

Astma pogađa približno 4% do 6% odraslih svih dobnih skupina i jedno je od najčešćih zdravstvenih stanja koja mogu zakomplicirati trudnoću. Iskustvo sugerira da trudnoća ima različiti učinak na tijek astme. Različita ispitivanja pokazuju da se astma može poboljšati, pogoršati ili ostati ista tijekom trudnoće. Ova prijavljena varijabilnost vjerojatno je povezana s razlikama u težini astme u proučavanim populacijama, kao i s razlikama u načinu procjene ozbiljnosti astme. Međutim, u pravilu su žene s teškom astmom prije trudnoće u većem riziku od pogoršanja astme tijekom trudnoće. Pogoršanje astme povezano s trudnoćom, međutim, može biti povezano s povećanom učestalošću virusnih respiratornih infekcija, povećanim gastroezofagealnim refluksom i promjenama u reakciji glukokortikoidnih receptora. Također se čini vjerojatnim da promjene u ventilacijskoj mehanici koje se javljaju tijekom trudnoće (tj. disanje pri malim volumenima pluća, gdje su neki dišni putevi zatvoreni ili blizu zatvaranja) mogu rezultirati pojačanim simptomima kod temeljne opstrukcije dišnih putova povezane s astmom [12].

Neke studije sugeriraju da astma može imati štetan učinak na trudnoću u smislu povećane stope prijevremenih poroda, smanjene porođajne težine i povećane stope smrtnosti novorođenčadi i trudnice [12]. Iako mogu biti uključeni i drugi čimbenici, čini se da je loša kontrola astme zaslužna za takve učinke. Iako su mehanizmi ovih nalaza nejasni, hipoksija i alkalozna trudnoća zbog hipokapnije i hiperventilacije trudnoće mogu igrati ulogu. Fiziološka dispneja i hiperventilacija česti su simptomi trudnoće, ali obično su benigni i ne odražavaju ozbiljnu osnovnu patologiju. Međutim, može se dogoditi nekoliko ozbiljnih plućnih komplikacija trudnoće, a budući da mogu negativno utjecati na ishode trudnoće i fetusa, liječnici bi trebali biti svjesni njihove pojave i upoznati sa strategijama prevencije i liječenja [12].

Tromboembolijska bolest, embolija plodovom vodom, aspiracija, upala pluća i plućni edem najčešće su ozbiljne komplikacije. Kronične plućne bolesti, osobito astma, mogu negativno utjecati na trudnoću ako je bolest loše kontrolirana; obrnuto, trudnoća često može utjecati na klinički tijek pacijenata s tim kroničnim stanjima [12].

Iako se trudnice s plućnim poremećajima često liječe lijekovima, učinci mnogih od ovih lijekova na trudnoću i razvoj fetusa nisu poznati. Potrebno je više studija učinka novih terapija kod trudnica kako bi se pacijentima osigurao pristup najučinkovitijim tretmanima i kako bi se osiguralo znanje o rizicima takvih tretmana [12].

## 5. Vježbanje u trudnoći

Centar za kontrolu i prevenciju bolesti (*engl. Center for disease control and prevention, CDC*) i Američko učilište za sportsku medicinu (*engl. American College of Sports Medicine, ACSM*) preporučuju vježbanje umjerenog intenziteta u trajanju od 30 minuta za svakog pojedinca, svaki dan ili većinu dana u tjednu [13].

U siječnju 2002. godine Američko udruženje opstetričara i ginekologa (*engl. American College of Obstetricians and Gynecologists, ACOG*) objavilo je najnovije preporuke za vježbanje u trudnoći. ACOG preporučuje vježbanje umjerenog intenziteta u trajanju od tridesetak minuta većinu dana u tjednu svim trudnicama koje nemaju zdravstvenih komplikacija u trudnoći.

Prije vježbanja, svaka trudnica trebala bi se posavjetovati sa svojim ginekologom kako bi se procijenili određeni rizici i kako bi se dobio uvid u opće stanje trudnice. U odsustvu kontraindikacija za vježbanje, preporučeno je regularno vježbanje umjerenog intenziteta, ali bi trudnice svakako trebale biti dobro educirane i upućene kako bi znale kada stati s vježbom ukoliko se jave znakovi upozorenja za prestanak vježbanja. Rutinski pregledi kod ginekologa dovoljni su za praćenje trudnice i njezinih aktivnosti [13].

Prije nego što se trudnici preporuči program vježbanja, važno je obratiti pozornost na tip i intenzitet vježbi. Vježbe s visokim rizikom od padova i trauma svakako bi trebalo izbjegavati. Sportovi koji također nisu poželjni su hokej na ledu, nogomet, košarka, gimnastika, jahanje, skijanje i sportovi s reketom. Isto tako, nije preporučljivo ronjenje zbog povećanog rizika pojave dekompresijske bolesti kod djeteta prilikom naglog izranjanja trudnice iz vode. Aktivnosti koje su poželjne su hodanje, planinarenje, trčanje, aerobni treninzi, plivanje, vožnja biciklom, ples. Tip aktivnosti ovisi o svakoj ženi individualno i o njezinom općem zdravstvenom stanju te se određuje nakon dobre procjene rizika i postavljenih ciljeva [13].

Intenzitet vježbi teško je odrediti. CDC-ACSM definirali su vježbanje umjerenog intenziteta kao 3-5 metaboličkih ekvivalenta zadatka (MET) ili kao ekvivalent brzog hodanja. Iako nije točno definirano koliko bi vremenski žena trebala vježbati, Artal i O'Toole preporučuju dva 15-minutna perioda za bolje praćenje termoregulatornih i energetske potrebe [13].

Vožnja uspravnog stacionarnog (sobnog) bicikla preporučena je za trudnice od strane Društva opstetričara i ginekologa Kanade (SOGC) i ACSM-a. Stacionarno bicikliranje nije prezahtjevna aktivnost, a poželjno je jer se prilikom te aktivnosti uključuje više skupina mišića. Studije pokazuju da nema negativnog utjecaja na fetalne otkucaje srca i na temperaturu trudnice. Međutim, potrebno je pratiti znakove upozorenja za prestanak vježbanja kod većeg intenziteta i dužeg trajanja vježbe. Podaci su pokazali da bicikliranje u trajanju od 30 minuta sa 140 otkucaja u minuti ili vježbanje 15 min brzinom od 155 otkucaja u minuti nije opasno za trudnicu ili fetus [13].

Optimalna aktivnost tijekom trudnoće zbog uzgonskih učinka i toplinski provodljivih svojstava vode je i plivanje, te ju preporučuju ACOG, SOGC i ACSM. Mnoge žene koriste hodanje kao primarno sredstvo vježbanja tijekom cijele trudnoće. Preporuča se tijekom trudnoće prema ACOG, SOGC i ACSM. Pokazano je da je hodanje sigurno, povećava majčin osjećaj dobrobiti i smanjuje tjelesne tegobe. ACOG preporučuje i kondicijske vježbe i fizikalnu terapiju kako bi se održalo pravilno držanje tijela i kako bi se spriječili bolovi u križima. Također, nije bilo izvještaja o štetnim učincima laganog do umjerenog treninga s utezima. Neke studije pokazale su da su snaga i fleksibilnost zapravo poboljšane uz ove aktivnosti [13]. Nadalje, pokazalo se da je vježbanje umjerenim intenzitetom sigurno u zdravoj trudnoći bez očitih negativnih učinaka. Postoje minimalne promjene brzine otkucaja srca od početne vrijednosti i neki pokazatelji da je fetalna budnost povećana te se je pokazalo da s periodima odmora između setova vježbi trudnice mogu koristiti trening snage kao oblik vježbanja. Trening s utezima u ležećem položaju u kasnoj gestaciji treba izbjegavati jer srce može biti ugroženo [13].

Ronjenje je klasificirano kao sport visokog rizika i nije odobreno za trudnice od strane ACOG-a. Također se napominje da oni koji rone često i profesionalno imaju od tri do šest puta veći rizik od spontanog pobačaja, intrauterinog ograničenja rasta (IUGR) i fetalne malformacije.

Malo je podataka o vježbanju na velikim visinama. Postoji nekoliko prijavljenih slučajeva ozljeda prilikom aktivnosti na višoj nadmorskoj visini kao što su skijanje, planinarenje, brdski biciklizam i trčanje. Poznato je da su komplikacije u trudnoći poput male porođajne težine povezane s boravkom i aktivnostima trudnice na višim nadmorskim visinama, a SOGC je predložio da trudnice modificiraju ili izbjegavaju planinarenje općenito [13].

Sportovi s rizikom od abdominalnih traumi kao što su skijanje, jahanje, cestovni biciklizam, surfanje, košarka, sportovi s reketom, hokej na ledu, nogomet i gimnastika potencijalno su opasni. Prije su trudnice izbjegavale sportove koji bi potencijalno mogli uzrokovati traume trbuha zbog kontakta ili pada. Međutim, nisu pronađene studije koje bi ukazivale na štetne posljedice kod trudnica koje se bave tim sportovima. Iako nisu podržane u literaturi, bilo je sugestija da bi zbog ligamentarnog laksiteta žene mogle biti izložene povećanom riziku od padova. Jedna retrospektivna studija sa ženama koje se bave s više sportova izvještava da je ukupni rizik od ozljeda trbuha za sve žene (nije ograničen samo na trudnice) vrlo nizak [13].

Trčanje često postane nelagodno kasnije u trudnoći, ali je aktivnost koju podržava ACOG. Studija iz 2004. godine ukazuje na to da trčanje i slične aktivnosti zapravo mogu poboljšati rast posteljice, što je ukazivalo na zdrav ishod trudnoće [13].



## 5.1. Vježbanje i komplikacije povezane s trudnoćom

Nekoliko komplikacija može proizaći iz vježbanja tijekom trudnoće. To može rezultirati fetalnim malformacijama ili lošim ishodima za trudnicu ili fetus [13].

Komplikacije proizlaze iz povećane tjelesne temperature trudnice, promjena u protoku krvi maternice i opskrbi fetusa hranjivim sastojcima, hormonalnog utjecaja na labavost ligamenta, oticanja mekih tkiva ili induciranja prijevremenih trudova. Razmatranje liječenja istih komplikacija mora uravnotežiti rizike i koristi za ženu i fetus. Također treba napomenuti da su incidencije mekonija, abnormalnih otkucaja srca fetusa i niskih rezultata po Apgaru smanjene kod onih trudnica koje nastave vježbati tijekom trudnoće.

Tjelesna temperatura tijekom vježbanja može imati teratogene efekte. U aktivnih trudnica, vježbanje može povisiti tjelesnu temperaturu iznad 39,2°C. Artal i sur. preporučio je da temperatura ne smije rasti 1,5°C iznad temperature u odmoru ili iznad 38,9°C tijekom vježbe. Bolovi u donjem dijelu i zdjelice su obično povezani s hormonskom promjenom i povećanjem laksiteta zglobova. Hiperlordoza trudnoće povezana je s opuštenošću ligamenata a potencira se tako što se gravidna maternica povećava i pomiče prema naprijed s rotacijom zdjelice. Česta je i bol u simfizi koja uzrokuje njezino širenje i može uzrokovati osjetljivost i bol. Oticanje mekih tkiva često je u drugom i trećem tromjesečju, a prijavljuje ga oko 80% trudnica. U 2-25% trudnica to se očituje kao sindrom karpalnog tunela (CTS). Povišeni prolaktin, zadržavanje tekućine i pozicioniranje ruku tijekom dojenja može pogoršati simptome. Dequervainov tenosinovitis i meralgia parasthetica, neuropatija lateralnog živca bedrene kosti, česte su pojave. Tipično simptomi sindroma kompresije živaca nestaju nakon trudnoće i liječe se konzervativno. Više od 80% trudnica osjeti olakšanje simptoma nakon korištenja noćnih udloga kod CTS-a i nakon injekcija steroida. Slični tretmani preporučuju se i za Dequervainov tenosinovitis. Za bolesnike s meralgijom parasthetica, labavija odjeća, promjene položaja i promjene aktivnosti često mogu ublažiti simptome [13].

Ukratko, sve bi trudnice trebale proći pregled kod ginekologa i opstetričara prije početka vježbanja, a žene koje sudjeluju u sportovima velikog intenziteta trebalo bi pažljivije nadzirati [13].

## 5.2. Prilagodba fiziologije trudnice i fetusa prilikom vježbanja

Sposobnost trudnica da toleriraju fizički napor s minimalnim utjecajem na svoje zdravlje i na zdravlje fetusa u fokusu je mnoštva studija već najmanje pola stoljeća. Razlog studija bio je opaženi rizik za ranjivi fetus iscrpnim vježbanjem i posljedičnim „nadmetanjem“ za kisik [14].

Osnovne fiziološke prilagodbe trudnice potrebne za razvoj zdravog fetusa i novorođenčeta ostale su iste; rastući fetus uvijek treba kisik, dovoljno nutrijenata za brzi razvoj i rast, eutermičko okruženje i učinkovito uklanjanje nusprodukata, tj. ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) i uree [14].

Tijekom trudnoće, tjelesni napor stvara izazov za trudnicu da zadovolji fetalne potrebe kroz povećanu potrebu za kisikom, većim iskorištavanjem hranjivih tvari, stvaranjem topline i otklanjanjem nusprodukata metabolizma. Međutim, unatoč uočenim izazovima vježbanja i djelovanja na fetus, studije su pokazale da je vježbanje sigurno za fetus u razvoju.

Tijekom posljednjih 15 do 20 godina brojne svjetske zdravstvene organizacije i udruge, uključujući *American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG)*, preporučuju zdravim ženama vježbanje umjerenog intenziteta trajanja od 20 do 30 minuta većinu dana u tjednu. Uz to, sve je više literature koja ukazuje da umjereni intenzitet vježbanja u trudnoći, optimalno trajanje i učestalost tjelesne aktivnosti snažno podržavaju optimalan rast i razvoj fetusa [14].

Nažalost, preporuka za redovito umjereni vježbanje slabo se primjenjuje među trudnicama. Između 1996. i 2006. godine, samo 7,8% do 11% skandinavskih trudnica ispunilo je međunarodne ciljeve vježbanja. Između 1994. i 2000. godine, samo 10% trudnica u Sjedinjenim Američkim Državama prihvatilo je i podržalo preporuku za redovito vježbanje umjerenog intenziteta najmanje 5 dana u tjednu. Čini se da su razlozi neuspjeha u ispunjavanju minimalnih preporuka za vježbanje tijekom trudnoće dvostruki; jedan od razloga je specifičan za pacijenta i kulturološki usmjeren. Drugi je nedostatak znanja opstetričara, što im onemogućava pravilnu edukaciju trudnica [14].

Fiziološka prilagodba trudnice na trudnoću razlikuje se ovisno o gestacijskoj dobi, odražava brzinu rasta fetusa i mijenja se s gestacijskim debljanjem. Stopa rasta u odnosu na somatsku (tjelesnu) težinu veća je u razvoju fetusa nego bilo koje drugo vrijeme u ljudskom životu. Najveća brzina linearnog rasta događa se u 22. do 25. tjednu, dok se najveća brzina rasta ukupne težine (somatski rast) javlja u 32. do 35. tjednu. Ovi obrasci težine i rasta pokazuju da je najveća potreba za prilagodbom trudnice na vježbanje nakon 20 tjedana trudnoće.

Izazovi s kisikom prilikom vježbanja u kasnom trećem tromjesečju mogu se manifestirati u smanjenju omjera težine i duljine novorođenčeta, mjereno opsegom glave/opsegom trbuha većim od 95. percentila za gestacijsku dob i asimetričnim ograničenjem rasta fetusa [14].

Stres, koji može uključivati trajnu anaerobnu tjelovježbu, nakon 28 tjedana rezultira abnormalno visokim opsegom glave/opsegom trbuha i ponderalnim indeksom manjim od 2,0 pri rođenju. Stres u ranoj trudnoći, poput genetskog ili okolišnog (npr. aneuploidija, pušenje, izloženost alkoholu), može se manifestirati kao novorođenče rođeno s manje od 10% porođajne težine, ali s normalnim ponderalnim indeksom  $\geq 2,0$  [14].

Promjene u težini trudnice odražavaju brzinu somatskog rasta fetusa. U trudnica s normalnom tjelesnom težinom, ITM (indeks tjelesne mase) od 20 do 26, oko 1/3 težine (4,5 kg) dobije se u prvih 20 tjedana trudnoće, a dvije trećine (9 kg) težine dobije se u posljednjih 20 tjedana. Mnoge prilagodbe slijede ovaj obrazac promjena [14].

Dinamika protoka krvi u maternici određuje količinu kisika i hranjivih tvari koji se isporučuju u uteroplacentarnu jedinicu. Protok krvi u maternici povećava se deset puta u trudnoći u odnosu na negravidno stanje - pomak s 2% na 17% ukupnog srčanog volumena. Otprilike 80% protoka krvi u maternici usmjereno je na posteljicu za opskrbu međuresičnog prostora gdje se aktivno i pasivno izmjenjuju hranjive tvari, voda i plinovi. Glavni faktori koji određuju prijenos kisika u fetoplacentarnu jedinicu uključuju srčani volumen, majčin hemoglobin (nosivost O<sub>2</sub>), PO<sub>2</sub>/PCO<sub>2</sub> trudnice i razlike u pH vrijednostima arterija/vena trudnice [14].

Napor umjerenog intenziteta tijekom vježbanja uzrokuje preraspodjelu krvotoka iz crijeva, protok krvi u miometriju je smanjen, ali perfuzija posteljice se održava sve dok se srčani volumen trudnice ne smanji s iscrpljenošću. Hemokoncentracija trudnice tijekom umjerenog vježbanja rezultira malim gubitkom plazme i padom ukupnih bjelančevina, albumina i koloidnog osmotskog tlaka od 5% do 15% u roku od 5 minuta od početka vježbanja pri 75 W. Međutim, koncentracija majčinog hemoglobina povećava se za 0,4 do 0,7 g/dL ili za kapacitet majčine krvi za 0,7 ml O<sub>2</sub>, što dovodi do više O<sub>2</sub> koji se isporučuje u fetoplacentarnu jedinicu [14].

Fetalna fiziologija također je presudna u procjeni utjecaja majčinog vježbanja na ishod trudnoće. Prvo i najvažnije, fetus preživljava i raste u hipoksičnom okruženju. Odgovarajuća oksigenacija tkiva fetusa zadovoljava se visokim fetalnim minutnim volumenom srca (više od dvostruke razine za odrasle) i velikom brzinom protoka krvi. Glavni dio povećanog minutnog srčanog volumena rezultat je povećane brzine otkucaja srca od 140 otkucaja u minuti (bpm), a ne povećanog udarnog volumena. Fetalne krvne stanice imaju veću sposobnost nošenja kisika od krvnih stanica odraslih. Veći kapacitet kisika rezultat je većeg afiniteta fetalnog hemoglobina za kisik i većih koncentracija crvenih stanica u fetalnoj krvi [14].

Određeni uvjeti, poput karboksihemoglobinemije (pušenje) ili hemoglobinopatije (bolest srpastih stanica), mijenjaju oslobađanje kisika u međuresični prostor posteljice. Anemija trudnice smanjuje sposobnost nošenja kisika, a potom smanjuje dopremanje kisika do fetoplacentne jedinice [14].

Jedna od studija Clappa i suradnika ilustrira adaptaciju ljudske posteljice na umjerenu tjelovježbu mjerenu fetoplacentarnim rastom. Žene koje nisu vježbale s potvrđenom normalnom gestacijom bile su podvrgnute procjeni fizičke spremnosti (tj. procjena maksimalne aerobne sposobnosti na traci za trčanje). Žene su tijekom trudnoće nasumično raspoređivane u kontrolnu skupinu ili program vježbanja [14].

Intervencija je bila vježba tijekom 20 minuta 3 do 5 puta tjedno s 55% do 65% intenziteta njihovog aerobnog kapaciteta prije začeća od 8 do 9 tjedana do porođaja. Sva mjerenja intervalnog vježbanja, prehrane, morfometrijske promjene i potrošnje kisika provodila su se svaka 2 tjedna. Volumen posteljice izmjeren je standardnim ultrazvučnim tehnikama u 16., 20. i 24. tjednu gestacije. Nakon poroda novorođenče je opsežno mjereno, uključujući postotak masnog tkiva. Posteljica je podvrgnuta standardiziranom bruto i histološkom pregledu. Ukupno je protokol ispunilo 46 trudnica. Žene su bile usklađene u dobi (31 godina), obrazovanju (16+ godina), težini u trudnoći (62 kg), gestacijskom debljanju (16 kg), prosječnom dnevnom unosu kalorija (44 kcal/kg čiste tjelesne mase) i gestacijskoj dobi pri porodu (278 dana). Nalazi su obuhvaćali sljedeće:

1. Tjelovježba je povećala brzinu fetoplacentnog rasta i konačnu veličinu pri rođenju.
2. Povećani rast posteljice dokumentiran je već 20. tjedna i nastavio se tijekom trudnoće.
3. Vježbačka skupina imala je posteljice sa značajno većim funkcionalnim volumenom, nefunkcionalnim volumenom, volumenom resica i terminalnim resicama.
4. Povećani rast fetusa bio je simetričan s intervencijskom skupinom koja je imala veću novorođenčad s većom tjelesnom masom od kontrolne skupine.

Američki koledž opstetričara i ginekologa 2002. godine objavio je smjernice za vježbanje tijekom trudnoće. U nedostatku medicinskih ili porodničkih komplikacija, trudnice bi trebale vježbati na umjerenj razini 30 ili više minuta dnevno većinu, ako ne i sve dane u tjednu, tj. 150 do 180 minuta tjedno. Trudnice koje se uobičajeno bave aerobnim aktivnostima većeg intenziteta ili su vrlo aktivne mogu nastaviti s aktivnostima tijekom trudnoće [13].

Brojne druge nacionalne i međunarodne vladine agencije i društva podržavaju ovu osnovnu smjernicu: Američko ministarstvo zdravstva i socijalne službe, Američki koledž za sportsku medicinu, Centri za kontrolu i prevenciju bolesti, Kanadsko društvo za fiziologiju vježbanja, Kraljevski koledž opstetričara i ginekologa i Nacionalni institut za zdravlje i kliničku izvrsnost (Ujedinjeno Kraljevstvo), Danska i Norveška. Većina ovih skupina kao korisne preporučuju aktivnosti jačanja mišića i kostiju koristeći glavne mišićne skupine dva puta tjedno [14].

Trudnice koje su prije trudnoće živjele sjedilačkim načinom života, trebale bi započeti s malim intenzitetom i s desetominutnim istezanjima s 10-minutnim pauzama između serija. Tijekom sljedeća 2 do 4 tjedna, trajanje i intenzitet setova povećavaju se na 30 do 45 minuta.

Dehidracija, hipoglikemija i hipertermija pojmovi su na koje posebno treba obratiti pažnju kod vježbanja u trudnoći; sve vježbe treba izvoditi u sitom, dobro hidratiziranom stanju. Kada su temperatura i vlažnost okoliša visoki, razborit je poseban fokus na hidrataciju i skraćeno trajanje svakog seta. Vježbanje u zatvorenom i plivanje bolji su odabir vježbanja u vrućem i vlažnom okruženju. Svim trudnicama treba savjetovati lagano zagrijavanje od 5 minuta prije vježbanja i hlađenje nakon vježbanja, tj. lagani hod ili vožnju biciklom. Predlaže se da su najbolje vježbe bez opterećenja; od ovih vježbi plivanje je sigurna vježba za cijelo tijelo [14].

### **5.3. Interakcija vježbanja i trudnoće**

Kada se stres zbog naporne tjelesne aktivnosti prekriva onim u trudnoći, metabolički zahtjevi gravidne maternice mogu doći u sukob sa zahtjevima mišića. To može rezultirati smanjenom učinkovitosti izvedbe trudnice u vježbanju i/ili štetnim učincima, uključujući akutni fetalni distres. Također je moguće da ponovljeni stres svakodnevnog vježbanja rezultira zastojem rasta fetusa.

Dva glavna pitanja koja treba razmotriti odnose se prvo na to u kojoj mjeri trudnoća utječe na sposobnost trudnice da izvodi naporne aktivnosti, a zatim u kojoj mjeri vježbanje utječe na trudnicu, fetus i dojenče. Pomoćna pitanja uključuju sljedeće: (1) U kojoj se mjeri ukupna potrošnja kisika trudnice tijekom tjelesne aktivnosti razlikuje od one kod žene koja nije trudna? (2) Utječe li trudnoća na fizičku radnu sposobnost? (3) U kojoj se mjeri protok krvi u maternici i utrošak kisika u maternici promijenjeni vježbanjem? (4) Kakav značaj ima promjena temperature za trudnicu i fetus? (5) U kojoj mjeri vježbanje utječe na izmjenu plinova u krvi trudnice i fetusa? (6) Postoje li dokazi za akutni fetalni distres tijekom vježbanja? (7) Utječu li na ishod fetusa ponavljane naporne tjelesne aktivnosti tijekom trudnoće? [15]

Prije no što se pozabavimo ovim problemima, važno je ukazati na neke probleme povezane s proučavanjem fizioloških učinaka vježbanja tijekom trudnoće.

Prvo, trudnoća utječe na tjelesnu težinu trudnice, na metabolizam, krvožilni sustav i, shodno tome, na osnovne vrijednosti mnogih fizioloških varijabli relevantnih za proučavanje vježbanja.

Drugo, ove promjene također utječu na fiziološki teret određenog režima vježbanja na pojedinca. To je očito u zahtjevnijim aktivnostima (npr. na traci za trčanje). Međutim, količina energije potrebna za pedaliranje na ergometru (vježba bez opterećenja) također se može povećati zbog nakupljanja tekućine u nogama i možda zbog drugih čimbenika [15].

Treće, fiziološki odgovor na fiksni režim vježbanja pokazuje velike razlike među pojedincima. Standardiziranjem vježbanja na postotak maksimalne potrošnje kisika pojedinca, a ne na fiksni zadatak, ova prividna varijacija može se umanjiti. Iako se ova standardizacija obično koristi u fiziološkim studijama, nitko je nije koristio kod trudnica [15].

Četvrto, budući da mnoge varijable utječu i na trudnoću i na tjelovježbu, malo koja se studija o kombiniranoj temi, ako uopće postoji, može smatrati dobro kontroliranom.

Peto, zabilježen je samo ograničeni broj studija pod najtežim okolnostima, tj. iscrpnim vježbama u kratkom periodu. Stoga nije poznato u kojoj se mjeri reakcije na vježbanje razlikuju s obzirom na trudnoću samu po sebi. Iz sličnih razloga u tim okolnostima nema podataka o ishodu fetusa [15].

Šesti, najpouzdaniji fiziološki podaci dobiveni su iz studija na životinjama. Međutim, rezultati takvih studija mogu biti ograničene primjenjivosti na ljude jer su četveronošci (na kojima se izvodi većina takvih istraživanja) skloni uklanjanju topline drugačijim mehanizmom (dahtanje nasuprot znojenju) i ne mogu nužno biti motivirani za iscrpljujuće vježbe u odsutnosti drugog stresa, kao što su to ljudi [15].

Sedmo, izvođenje takvih studija na ljudima predstavlja etičke i pravne probleme. Stoga, iako se znanje o interakciji trudnoće i vježbanja mora izvoditi i iz kliničkih studija na ljudima dobrovoljcima i iz laboratorijskih studija na pokusnim životinjama, sve takve studije predstavljaju probleme i imaju ograničenja [15].

Tijekom trudnoće potrošnja kisika u mirovanju povećava se s napredovanjem gestacijske dobi od 16% do 32% iznad vrijednosti potrošnje kisika kod žena koje nisu trudne. Ova veća vrijednost uglavnom je rezultat povećane mase tkiva, uključujući masu fetusa. Potrošnja kisika majke kod ovaca povećana je samo za 4% u odnosu na ono u neplodnom stanju nakon oduzimanja ukupnog sadržaja maternice, i nema dokaza da se to kod ljudi razlikuje. Dakle, trudnoća gotovo ne utječe na brzinu metabolizma ostalih tkiva, unatoč blagom povećanju rada srca i dišnog sustava [15].

Budući da se potrošnja kisika povećava s razinom vježbanja i gestacijskom dobi, najizraženiji porast potrošnje kisika može se očekivati tijekom maksimalnog vježbanja u trećem tromjesečju, blizu termina poroda. Submaksimalna tjelovježba tijekom kasne gestacije povezana je s približno 10% višim apsolutnim vrijednostima potrošnje kisika od vježbanja u ne-trudnom stanju, kako tijekom vježbanja s utezima, tako i tijekom vježbanja bez opterećenja [15].

Količina kisika potrebna za vježbanje može se izračunati oduzimanjem potrošnje kisika u mirovanju od ukupne potrošnje kisika tijekom vježbanja. Tijekom trudnoće zabilježene su veće vrijednosti kod vježbanja na pokretnoj traci, očekivano, zbog napredovanja trudnoće. Suprotno tome, umjereno, laganije vježbanje tijekom trudnoće ne povećava stalno potrebu za kisikom. To sugerira da trudnoća ne utječe u velikoj mjeri na učinkovitost tjelovježbe [15].

Budući da sve aktivnosti s nošenjem tereta tijekom trudnoće zahtijevaju veći energetska učinak, čini se da je određeni učinak treninga neizbježan ukoliko se ne prakticira sedentarni način života. Prilikom treninga osoba koje nisu trudne povećava se maksimalna potrošnja kisika do 33%. U kojoj mjeri trudnoća utječe na maksimalnu potrošnju kisika, uglavnom je nepoznato [15].

Objektivno gledano, trudnice bi trebale biti sposobne obavljati iste zadatke kao i prije trudnoće. Međutim, na radnu sposobnost utječe ne samo maksimalna potrošnja kisika već i razni uvjeti, uključujući somatske čimbenike, čimbenike okoliša, karakteristike bolesti, trening i prilagodbu te psihičke čimbenike, uključujući motivaciju. To otežava donošenje konačnih zaključaka o fizičkoj radnoj sposobnosti tijekom trudnoće. Zbog hemodinamskih promjena tijekom trudnoće, uključujući povećani volumen krvi, moguće je ne samo da se maksimalna potrošnja kisika može povećati kod neaktivnih osoba, već da trening može povećati maksimalnu potrošnju kisika izvan granica koje postoje kod žena koje nisu trudne [15].

Smatra se da je tijekom vježbanja preraspodjela srčanog volumena rezultat vazodilatacije u aktivnim mišićima, posredovane lokalnim metaboličkim čimbenicima, i simpatičke vazokonstrikcije u tkivima. Budući da su žile maternice tijekom trudnoće osjetljive na simpatičku stimulaciju, također bi se očekivalo smanjenje protoka krvi u maternici tijekom majčinog vježbanja. Regresijska analiza pokazala je značajno smanjenje protoka s vremenom vježbanja, a protok je linearno varirao s otkucajima srca, pri čemu je otkucaj srca linearno povezan s razinom vježbanja. Stoga je vjerojatno da se protok krvi u maternici smanjuje kako s razinom tako i s trajanjem vježbanja. Iako smanjenje protoka krvi u maternici sugerira smanjenje opskrbe maternice kisikom i hranjivim tvarima i/ili smanjenje potrošnje kisika, ovaj rezultat ne mora biti istinit tijekom vježbanja, jer je vježbanje povezano s izrazitim porastom hematokrita (postotak koncentracije crvenih krvnih zrnca u krvi (eritrocita)) trudnice [15].

Tijekom vježbanja ukupna proizvodnja topline može se povećati čak 20 puta u mirovanju. Samo 20% do 25% dodane potrošnje energije koristi se za vanjski rad, dok se preostalih 75% do 80% pretvara u toplinu. Iako se većina topline gubi u okolišu, dio se skladišti, što rezultira povećanom tjelesnom temperaturom. Temperatura tijela povećava se s razinom i trajanjem vježbanja. To je popraćeno izraženim promjenama cirkulacije, uključujući povećani protok krvi u koži kako bi se osiguralo odgovarajuće hlađenje. Ako se gubitak topline smanji zbog visoke ambijentalne temperature i/ili vlage, radna sposobnost osobe bit će znatno smanjena. U normalnim uvjetima u odmoru temperatura fetusa je za oko 0,5°C viša od temperature trudnice [15].

Nedavna teorijska ispitivanja sugeriraju da je tjelesna temperatura trudnice glavna odrednica fetalne temperature, dok su promjene u protoku krvi maternice ili metabolizmu fetusa kvantitativno manje važne [15]. Među mogućim fiziološkim implikacijama povećane tjelesne temperature su povećani metabolizam i smanjenje protoka krvi u maternici. Međutim, kvantitativni aspekti tih promjena još nisu u potpunosti razumljivi i zahtijevaju daljnje proučavanje [15].

Poznavanje temperature trudnice i fetusa neophodno je za ispravno tumačenje mjerenja plinova u krvi. Kada se izvrše odgovarajuće korekcije temperature, sadržaj kisika se povećava, a koncentracija ugljičnog dioksida smanjuje kao rezultat hiperventilacije i hemokoncentracije izazvane vježbanjem [15].

Fetalna hipoksija i/ili "distres" mogu biti povezani s promjenama bilo koje od sljedećih fetalnih varijabli: brzina otkucaja srca, krvni tlak, raspodjela minutnog volumena, hematokrita. Nekoliko autora proučavalo je fetalno srce prije i nakon blagog do umjerenog vježbanja kratkog trajanja [15]. Primijetili su samo male promjene broja otkucaja srca i obrasce otkucaja srca. Međutim, zamislivo je da se fetalni odgovori na majčinu tjelovježbu brzo oporavljaju nakon takvog minimalnog stresa.

Na pitanje utječe li tjelesna aktivnost na plodni ishod mogu odgovoriti samo velike, dobro kontrolirane prospektivne studije. Za sad ne znamo za takvu studiju na trudnicama.

Napokon, potrebne su dodatne fiziološke studije za cjelovitije razumijevanje izuzetno učinkovitih homeostatskih mehanizama tijekom vježbanja u trudnoći [15].

#### **5.4. Utjecaj tjelesne aktivnosti na tijek i ishod trudnoće**

Iako su rane studije o učincima tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme tijekom trudnoće bile pod upitnikom zbog moguće štete za trudnicu ili fetus, ti strahovi nisu potkrijepljeni [16]. Umjesto toga, sve veći broj literature zabilježio je brojne zdravstvene blagodati vježbanja u trudnoći [16]

Zdrav način života koji uključuje tjelesnu aktivnost ima brojne pozitivne učinke na trudnicu i dijete tijekom i nakon trudnoće. U tom kontekstu tjelesna aktivnost igra središnju ulogu zbog svog utjecaja na sastav tijela. Iako masno tkivo djeluje protuupalno putem takozvanih adipokina, čini se da miokini djeluju „protuupalnije“ i na taj način sprječavaju brojne bolesti poput gestacijske hipertenzije ili gestacijskog dijabetesa. Međutim, mnoge žene pokazuju smanjenu razinu tjelesne aktivnosti tijekom trudnoće u usporedbi s razinom prije trudnoće. Razlozi koji su temelj ove promjene su višestruki i uključuju zabrinutost zbog učinaka tjelesnog napora na nerođeno dijete. Ginekolozi i primalje također su često nesigurni oko toga koji konkretan savjet daju u vezi s tjelesnom aktivnošću [17].



Dobrobiti tjelesne aktivnosti za žene tijekom i nakon trudnoće dobro su dokumentirane. Intervencije u načinu života (prehrana i vježbanje) dovode do manjeg rizika od razvoja gestacijskog dijabetesa melitusa (GDM) i prekomjernog debljanja. Nadalje, postnatalna perzistencija debljanja javlja se rjeđe [17].

U metaanalizi 7278 pacijenata iz 44 studije pokazalo se da intervencije u načinu života smanjuju rizik od preeklampsije, hipertenzije u trudnoći, preranog porođaja i intrauterine smrti [17]. Unatoč ovim pozitivnim učincima, mnoge žene nedovoljno vježbaju čak i prije trudnoće i dodatno smanjuju aktivnost tijekom trudnoće. U ne-trudnoj populaciji, trenutne studije pokazale su da u Europskoj uniji samo 26,2% žena i 35,7% muškaraca ispunjava preporuku Svjetske zdravstvene organizacije za vježbanje kako bi se završilo najmanje 150 minuta aktivnosti umjerene izdržljivosti tjedno [17].

Iako je prevalencija u Njemačkoj iznad prosjeka Europske unije, sa 42,6% za žene i 48,0% za muškarce, više od polovice njemačkog stanovništva premalo vremena ulaže u tjelesnu aktivnost. Ovaj se trend može primijetiti i u trudnica [17].

U studiji Evensona i sur., pokazalo se da je samo 15,8% od 1979 trudnica koje su sudjelovale u istraživanju postiglo američke preporuke za fizičku aktivnost od 30 minuta umjerene tjelesne aktivnosti 3-5 puta tjedno. Usporedni rezultati također su prikazani u studijama iz Španjolske (20,3%) i Sjedinjenih Država (16,0%). Nedavno istraživanje među 83 trudne Njemice pokazalo je da je 41,0% smanjilo tjelesnu aktivnost tijekom trudnoće, a 38,6% već je bilo neaktivno prije trudnoće i nije promijenilo razinu aktivnosti nakon trudnoće. Samo 9,6% žena povećalo je aktivnost tijekom trudnoće. Te rezultate podržava još jedno njemačko pilot istraživanje s 67 trudnica [17].

Nadalje, ovo je istraživanje primijetilo da je samo 5,3% žena s prekomjernom tjelesnom težinom i niti jedna od pretilih žena nije postiglo preporuke za tjelesnu aktivnost. Smanjena razina tjelesne aktivnosti trudnica djelomično je posljedica nuspojava povezanih s trudnoćom, poput umora, mučnine ili bolova u leđima, kao i općenitog debljanja. Ostali razlozi uključuju zabrinutost zbog moguće štete za nerođeno dijete, kao i pobačaj, prerano rođenje ili nezgode tijekom sporta i nedostatak informacija. Istraživanja također pokazuju da su ključne osobe (ginekolozi i primalje) često nedosljedni u svojim savjetima o tjelesnoj aktivnosti. Poznato je da trudnice koje se osjećaju dobro informirano o tjelesnoj aktivnosti od strane svog ginekologa nastavljaju tjelesnu aktivnost češće od trudnica koje se nisu osjećale dovoljno informirano [17].

Fizička aktivnost općenito se opisuje kao bilo koja vrsta pokreta koja je popraćena povećanjem potrošnje energije. Sport se, pak, definira kao planirana, strukturirana, ponavljajuća aktivnost s ciljem poboljšanja ili održavanja kondicije. Kondicija nije povezana samo s tjelesnim ili kardiopulmonalnim performansama, već i s mišićnom snagom, a time i tjelesnom građom i fleksibilnošću [17].

Cochraneova recenzija Muktabhanta i sur. s 65 randomiziranih kontroliranih ispitivanja (RCT) provedeno je kako bi se procijenili učinci zdrave prehrane, vježbanja ili njihove kombinacije na prevenciju prekomjernog debljanja u trudnoći. Autori su otkrili da su sve tri intervencije smanjile rizik od prekomjernog gestacijskog debljanja (GWG) u prosjeku za 20%. Muktabhant i sur. zaključili su da je vježbanje važan aspekt za kontrolu debljanja tijekom trudnoće. Ti su rezultati potvrđeni u studiji Haakstad i Bo koja je obuhvatila 105 žena koje su bile neaktivne prije početka studije. Pokazali su da su trudnice koje su redovito sudjelovale u nadgledanom programu vježbanja (2 puta tjedno po 60 minuta) tijekom 12 tjedana znatno brže smanjivale težinu nakon poroda u usporedbi s kontrolnom skupinom [17].

Također, studije na životinjama pokazale su da vježbanje poboljšava osjetljivost na inzulin, metabolizam lipida i toleranciju glukoze u trudnoći. Studija Musiala i sur. koristila je mišji model i imala je za cilj utvrditi učinke pretilosti tijekom trudnoće sa i bez intervencije vježbanja na tjelesnu težinu majke, iskorištavanje hranjivih tvari i signalizaciju inzulina i lipida u jetri, skeletnim mišićima i masnom tkivu. Utvrđeno je da su vježbanjem inducirane promjene u signalnim putovima za inzulin i lipide kod pretilih trudnica koje su se razlikovale od onih uočenih u kontrolnoj skupini [17].

Sličan ishod može se primijetiti i kod ljudi. Redovita tjelesna aktivnost dovodi do smanjenja koncentracije glukoze u krvi općenito i nakon obroka. Trudnice koje trebaju inzulin ne mogu uvijek vježbanjem spriječiti uporabu inzulina; međutim, sustavni pregled Davenport i sur. pokazali su da se potrebna doza inzulina može smanjiti. Suprotno tome, nije utvrđena veća učestalost moguće hipoglikemije [17].

U nedavnoj metaanalizi i metaregreciji Guo i sur., međutim, mogla bi se prikazati četiri ključna elementa za uspješnu prevenciju GDM-a: ciljanje visoko rizične populacije; rano započinjanje intervencije; točan intenzitet i učestalost vježbanja; i upravljanje GWG-om. Guo i sur. zaključili su da su intervencije najučinkovitije u populacijama s visokom incidencijom, a ne kod pojedinačnih žena s prekomjernom težinom ili pretilošću. Nadalje, vježbanje umjerenog intenziteta tijekom 50–60 min dva puta tjedno moglo bi dovesti do ~ 24% smanjenja GDM-a [17].

Prije početka programa vježbanja preporučuje se liječnički pregled kako bi se isključili mogući rizici. Na temelju toga, svim trudnicama bez kontraindikacija preporučuje se vježbanje najmanje 150 min tjedno. S obzirom na to da gotovo da nema konkretnih studija o odabranim oblicima vježbanja tijekom trudnoće, fokus preporuka je uglavnom na izdržljivosti i treningu snage [17].

Nestrukturirane aktivnosti odnose se na vrste aktivnosti koje su u rasponu od laganog do umjerenog intenziteta i obično su dio svakodnevnog života (npr. biciklizam, penjanje stepenicama i hodanje). Nestrukturirana aktivnost čini osnovu za preporuke za tjelesnu aktivnost. Općenito se preporučuje dnevni broj od 10 000 koraka dnevno. Hodanje/nordijsko hodanje vrlo je popularno među trudnicama i može se raditi bilo gdje. Pedometri ili odgovarajuće aplikacije značajno doprinose motivaciji i mogu se koristiti kao oblici podrške [17].

Sport i strukturirane aktivnosti čine vrste aktivnosti koje se kreću od umjerenog do snažnog intenziteta. Treba ih redovito raditi uz svakodnevne aktivnosti. Vježbe s nošenjem utega energetski su zahtjevnije, jer se tijekom vježbi prenosi vlastita tjelesna težina; međutim, obično ih dobro podnose prethodno aktivne trudnice. Vježbe bez opterećenja su aktivnosti u kojima se ne nosi tjelesna težina, poput plivanja [17].

U središtu tjelesne aktivnosti preporuke su, nakon zagrijavanja ili hlađenja, raditi vježbe s manjim opterećenjem, kao i vježbe aerobne izdržljivosti, trening snage za velike mišićne skupine i vježbe bez velikih opterećenja na zglobove. To uključuje, na primjer, plivanje i biciklizam te biciklistički ergometar. Plivanje i gimnastika u vodi posebno su korisne aktivnosti/vježbe bez opterećenja, jer se periferni edem smanjuje, stres u zglobovima minimalizira, a gubitak ravnoteže i padovi su rijetki. Uz trening izdržljivosti i snage, preporučuju se joga, pilates i gimnastika, međutim, mora se paziti da se izbjegnu vježbe koje uključuju ležeći položaj ili dugotrajno stajanje. Studije su pokazale da ti položaji uzrokuju hipotenziju u 10–20% trudnica [17].

Tenis i stolni tenis, kao i trčanje, mogu se i dalje izvoditi tijekom trudnoće s obzirom na prethodno iskustvo i uvjete treninga. Zbog fizioloških hormonalnih promjena tijekom trudnoće, stabilnost zglobova se sve više smanjuje, što može dovesti do veće osjetljivosti na ozljede tijekom brzih pokreta (start-stop). Stoga u navedenim aktivnostima treba izbjegavati brze i/ili trzajne pokrete [17].

Što se tiče strukturiranih aktivnosti, općenito se preporučuje vježbanje 150 minuta tjedno. Prema Američkom društvu opstetričara i ginekologa (ACOG), trebao bi se razviti program vježbanja umjerenog intenziteta tijekom najmanje 20-30 minuta dnevno većinom ili svim danima u tjednu prilagođen pacijentici i njezinom stanju. Mottola i Artal podupiru ove nalaze i preporučuju trening najmanje 3 puta tjedno tijekom najmanje 25 minuta u blagim ili umjerenim intenzitetima, ali ne više od 40 minuta u višim intenzitetima [17].

Zdrav način života, posebno onaj koji uključuje tjelovježbu i prehranu, ključan je u prevenciji prekomjernog debljanja ili razvoju GDM-a i njegovom liječenju. U principu se čini da su trudnice u ovoj fazi života vrlo raspoložene za savjete i informacije jer su zabrinute za dobrobit djeteta i žele napraviti pozitivne promjene. Međutim, stvarnost pokazuje da se većina trudnica ne bavi dovoljno tjelesnom aktivnošću [17].

Osim fizičkih razloga (npr. bolovi u leđima i zadržavanje vode), u smanjenju tjelesne aktivnosti tijekom trudnoće često se navode i zabrinutosti zbog moguće štete na nerođenom djetetu, pobačaja ili preranog porođaja ili nezgoda tijekom sporta. Suprotno tome, postoje i neke žene koje bi željele nastaviti sa sportskim aktivnostima, ali izražavaju frustraciju zbog nedostatka specifičnih smjernica ili obrazovanja o odgovarajućim vrstama, intenzitetu, trajanju ili učestalosti vježbanja koje bi bile sigurne za njihovu trudnoću. Anksioznost i frustracija mogu dovesti do neaktivnosti tijekom trudnoće i njenih negativnih posljedica, kao što su prekomjerno povećanje tjelesne težine i veliko zadržavanje tjelesne težine nakon porođaja. Liječnici stoga igraju važnu ulogu u savjetovanju. Studije su pokazale da se tjelesna masa bolje kontrolira, tjelesna aktivnost povećava i više se obraća pažnji na uravnoteženu i zdravu prehranu ako liječnik daje savjete u tim područjima [17].

## **6. Prilagodbe respiratornog sustava tijekom vježbanja u trudnoći**

Brojne su promjene i prilagodbe dišnog sustava tijekom vježbanja u trudnoći. Od najvažnijih valja spomenuti povećanje plućne ventilacije koja se sve više povećava tijekom produljenog vježbanja zbog povećanja CO<sub>2</sub>, vodikovih iona (H<sup>+</sup>), tjelesne temperature i temperature krvi.

Kod vježbanja niskim intenzitetom porast ventilacije događa se uglavnom zbog povećanja respiracijskog volumena, a pri vježbanju s većim intenzitetom frekvencija disanja također se povećava. Također, povećan je i plućni protok, pogotovo u gornjim dijelovima pluća zbog pojačanog srčanog outputa i redistribucije krvi iz neaktivnog tkiva u aktivno. Povećava se kapilarna izmjena plinova u alveolama i mišićima da bi se zadovoljila povećana potreba za kisikom i kako bi se što učinkovitije uklonio ugljični dioksid [18].

### **6.1. Niski intenzitet vježbanja**

Vježbanje niskim intenzitetom podrazumijeva vježbanje od 30 do 50% maksimalnog aerobnog kapaciteta. Prilikom takvog vježbanja dolazi do povećanja ukupne ventilacije s ciljem da se zadovolje metaboličke potrebe i potrebe za kisikom. Zato se povećava dubina disanja stimulacijom dijafragme. Statički volumeni pluća kao što je ukupni volumen ne mijenjaju se značajno, ali se povećava forsirani vitalni kapacitet kao odgovor dišnog sustava na vježbanje [18].

### **6.2. Umjereni i visoki intenzitet vježbanja**

Prilikom umjerenog ili visokog intenziteta vježbanja također se povećava ventilacijski volumen. Međutim, za razliku od vježbanja niskim intenzitetom, ovdje dolazi do hiperventilacije zbog povećane frekvencije disanja i povećanih plućnih volumena. Kod vježbanja višim intenzitetom (od oko 80% maksimalnog aerobnog kapaciteta) povećana je proizvodnja ugljičnog dioksida, vjerojatno kao rezultat metabolizma mliječne kiseline u aktivnim mišićima [18].

### **6.3. Maksimalni intenzitet vježbanja**

Pri maksimalnom intenzitetu vježbanja ventilacijski volumen izrazito se povećava; sa 6 L/min u mirovanju na 125 L/min. To je posljedica vrlo visoke frekvencije disanja od otprilike 50 udisaja u minuti i povećanja respiracijskog volumena [18].

## 7. Zaključak

U trudnoći funkcionalni rezidualni kapacitet pluća, zbog podizanja dijafragme, smanjuje se već tijekom drugoga tromjesečja, a time se smanjuje i izdisajni rezervni volumen. Bitno se mijenja i plućna ventilacija jer se minutni volumen disanja povećava. Disanje postaje ubrzano, a udisajni kapacitet se također povećava, iako je zbog anatomskih promjena totalni kapacitet pluća malo smanjen. Značajan je i porast minutne ventilacije od 30 do 50%. Prilikom vježbanja niskim intenzitetom dolazi do porasta ventilacije, uglavnom zbog povećanja respiracijskog volumena, a pri vježbanju s većim intenzitetom frekvencija disanja također je povećana. Tijekom vježbanja umjerenim ili visokim intenzitetom dolazi i do hiperventilacije. Općenito, svakako je preporučeno vježbati u trudnoći jer je dokazana velika dobrobit tjelesne aktivnosti za buduću majku i za dijete, ali potrebno je pripaziti na znakove upozorenja, na opće stanje trudnice i na moguće kontraindikacije prije vježbanja. Također je potrebno da svaka trudnica za sebe prati signale koje joj njezino tijelo daje kako bi vježbanje bilo učinkovito i sigurno.

## 8. Literatura

- [1] J. A. Milne: The respiratory response to pregnancy, *Postgraduate Medical Journal*, br. 643, svibanj 1979, str. 318-324
- [2] V. L. Katch, W. D. McArdle, F. I. Katch: *Essentials of Exercise Physiology*, Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, Baltimore, 2011.
- [3] P. Soma-Pillay, C. Nelson-Piercy, H. Tolppanen, A. Mebazaa: Physiological changes in pregnancy, *Cardiovascular Journal of Africa*, br. 2, ožujak-travanj 2016, str. 89-94
- [4] E. Tan, E. Tan: Alterations in physiology and anatomy during pregnancy, Elsevier (*Best Practice & Research: Clinical Obstetrics and Gynaecology*), br. 27, kolovoz 2013, str. 791-802
- [5] <https://www.enciklopedija.hr>, dostupno 27.5.2021.
- [6] A. LoMauro, A. Aliverti: Respiratory physiology of pregnancy, *Breathe (Sheff)*, br. 11, prosinac 2015, str. 297-301
- [7] P. Bhatia, K. Bhatia: Pregnancy and the lungs, *Postgraduate Medical Journal*, br. 76, studeni 2000, str. 683-689
- [8] A. LoMauro, A. Aliverti, P. Frykholm, D. Alberico, N. Persico, G. Boschetti, M. DeBellis, F. Briganti, M. Nosotti, I. Righi: Adaptation of lung, chest wall, and respiratory muscles during pregnancy: preparing for birth, *Journal of Applied Physiology*, br. 6, prosinac 2019, str. 1640-1650
- [9] S. Y. Lee, D. K. Chien, C. H. Huang, S. C. Shih, W. C. Lee, W. H. Chang: Dyspnea in pregnancy, *Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology*, br. 56, travanj 2017, str. 432-436
- [10] H. Anjum, S. Surani: Pulmonary Hypertension in Pregnancy: A Review, *Medicina (Kaunas)*, br. 3, ožujak 2021, str.259
- [11] N. Edwards, P. G. Middleton, D. M. Blyton, C. E. Sullivan: Sleep disordered breathing and pregnancy, *Thorax*, br. 57, lipanj 2002, str. 555-558
- [12] B. M. Leighton, J. E. Fish: *Pulmonary Disease in Pregnancy*, *The Global Library of Women's Medicine's*, 2008.
- [13] D. Olson, R. S. Sikka, J. Hayman, M. Novak, C. Stavig: Exercise in Pregnancy, *Current Sports Medicine Reports*, br. 8, svibanj 2009, str. 147-153
- [14] E. R. Newton, L. May: Adaptation of Maternal-Fetal Physiology to Exercise in Pregnancy: The Basis of Guidelines for Physical Activity in Pregnancy, *Clinical Medicine Insights: Women's Health*, br. 10, veljača 2017
- [15] F. K. Lotgering, R. D. Gilbert, L. D. Longo: The interactions of exercise and pregnancy: A review, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, br. 5, srpanj 1984., str. 560-568
- [16] L. M. Mudd, K. M. Owe, M. F. Mottola, J. M. Pivarnik: Health benefits of physical activity during pregnancy: an international perspective, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, br. 45, veljača 2013, str. 268-277
- [17] N. Ferrari, C. Joisten: Impact of physical activity on course and outcome of pregnancy from pre- to postnatal, *European Journal of Clinical Nutrition*, travanj 2021
- [18] M. Filipec, M. Jadanec Đurin: *Fizioterapija u perinatologiji*, Hrvatski zbor fizioterapeuta, Zagreb, 2020.

## **Popis slika**

Slika 3.1. Vrijednosti respiratornih parametara u trudnoći.....	4
Slika 3.2. Fiziološke promjene respiratornih funkcija u trudnoći .....	5





**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Lora Kovačić (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/~~diplomskog~~ (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

Lora Kovačić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Lora Kovačić (*ime i prezime*) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/~~diplomskog~~ (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Prilagodbe respiratornog sustava prilikom vježbanja u trudnoći (*upisati naslov*) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

Lora Kovačić  
(vlastoručni potpis)