

# SMJERNICE ZA SIGURAN TRENING DJECE OBOLJELE OD ASTME

---

**Mršić, Antonio**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:397119>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**Antonio Mršić**  
**SMJERNICE ZA SIGURAN TRENING DJECE  
OBOLJELE OD ASTME**  
**diplomski rad**

**Zagreb, studeni 2023.**

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Izobrazba trenera; smjer: Fitnes

Vrsta studija: stručni

Razina klasifikacije: diplomski studiji

Studiji za stjecanje akademskog naziva: magistar/magistra trenerske struke fitnesa (mag.cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Stručni rad

Naziv završnog rada: je prihvaćen od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskog godini 2022./2023. dana 23. ožujka 2023.

Mentor: doc. dr. sc. *Josipa Radaš*

Pomoć pri izradi: doc. dr. sc. *Josipa Radaš*

Smjernice za siguran trening djece oboljele od astme

*Antonio Mršić, 0034053483*

Sastav povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. doc. dr. sc. <i>Josipa Radaš</i>            | Predsjednik – mentor |
| 2. prof. dr. sc. <i>Gordana Fujan-Mandić</i>   | član                 |
| 3. prof. dr. sc. <i>Lana Ružić</i>             | član                 |
| 4. doc. dr. sc. <i>Maja Cigrovski Berković</i> | član                 |

BASIC DOCUMENTATION CARD

FINAL PAPER

University of Zagreb

Faculty of Kineziology

Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Sports Coach Education; course: Fitness

Type of program: Professional

Level of qualification: Graduate

Acquired title: Master of the Coaching Profession in Fitness

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Professional work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2022/2023 on March 23, 2023).

Mentor: *Josipa Radaš*, PhD, assistant prof.

Technical support: *Josipa Radaš*, PhD, assistant prof.

GUIDELINES FOR SAFE TRAINING OF CHILDREN WITH ASTHMA

*Antonio Mršić*, 0034053483

Sastav povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. <i>Josipa Radaš</i> , PhD, assistant prof.            | chairperson – supervisor |
| 2. <i>Gordana Fujan-Mandić</i> , PhD, full prof.         | member                   |
| 3. <i>Lana Ružić</i> , PhD, full prof.                   | member                   |
| 4. <i>Maja Cigrovski Berković</i> , PhD, assistant prof. | member                   |

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija završnog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

doc. dr. sc. Josipa Radaš

Student:

Antonio Mršić

## **SMJERNICE ZA SIGURAN TRENING DJECE OBOLJELE OD ASTME**

### **Sažetak**

Ovaj rad se bavi problematikom astme kod djece te ulogom tjelesne aktivnosti u njenom upravljanju i kontroli. Astma je složena bolest čija etiologija uključuje interakciju genetskih, osobnih i okolišnih čimbenika. U liječenju astme, osim uzimanja propisanih lijekova, važne su i nefarmakološke mjere, koje uz izbjegavanje okolišnih čimbenika uključuju i promociju tjelesne aktivnosti. U prvom dijelu rada prikazana je općenito epidemiologija, etiologija, patofiziologija i klasifikacija, dijagnostika, liječenje astme te edukacija koja je bitna ne samo za djecu i roditelje, već i za sportske liječnike i kineziologe. Drugi dio rada bavi se upravljanjem i kontrolom astme pomoću tjelesne aktivnosti i vježbanja. Ovo podrazumijeva prikaz dobrobiti tjelesne aktivnosti i vježbanja na djecu oboljelu od astme, ali i prikaz literature o bronhokonstrikciji izazvanoj vježbanjem s astmom. Zaključno, rad donosi preporuke o vrsti treninga i sportskih aktivnosti prema dobrobitima i riziku u koje se djeca astmatičari mogu i trebaju uključiti. Preporuke za kineziologe tiču se i prepoznavanja mogućeg astmatskog napada kod djeteta, organizacije treninga, odnosno njegovih dijelova, kao i intenziteta, trajanja i učestalosti treninga. Kineziolozi u svom radu trebaju biti upoznati s prikazanim preporukama i smjernicama kako bi prepoznali mogući rizik od pojedine tjelesne i sportske aktivnosti te kako bi djecu s astmom na siguran način uključili u odgovarajuću.

### **Ključne riječi**

astma, nefarmakološke mjere, tjelesna aktivnost, vježbanje, preporuke

## **GUIDELINES FOR SAFE TRAINING OF CHILDREN WITH ASTHMA**

### **Abstract**

This review paper addresses the issue of asthma in children and the role of physical activity in its management and control. Asthma is a complex disease whose etiology involves the interaction of genetic, personal, and environmental factors. In the treatment of asthma, in addition to taking prescribed medications, non-pharmacological measures are important, which include avoiding exposure to tobacco smoke, air pollution, allergens, and promoting physical activity. The first part of the paper presents a general overview of the epidemiology, etiology, pathophysiology, classification, diagnosis, treatment of asthma, and education which is important not only for children and parents, but also for sports doctors and kinesiologists. The second part of the paper deals with the management and control of asthma using physical activity and exercise. This involves presenting the benefits of physical activity and exercise on children suffering from asthma, as well as presenting literature on exercise-induced bronchoconstriction with asthma. In conclusion, the paper provides recommendations on the type of training and sports activities according to the benefits and risks in which children with asthma can and should be involved. Recommendations for kinesiologists also concern the recognition of a possible asthma attack in a child, the organization of training, i.e., its parts, as well as intensity, duration, and frequency of training. Kinesiologists in their work should be familiar with the presented recommendations and guidelines in order to recognize the possible risk of individual physical and sports activities and to safely include children with asthma in the appropriate ones.

### **Keywords**

asthma, non-pharmacological measures, physical activity, exercise, recommendations

## SADRŽAJ

1. Uvod.....	8
2. Astma: epidemiologija, etiologija, patofiziologija i klasifikacija, dijagnoza, liječenje i edukacija.....	9
2.1. Specifičnosti astme kod djece.....	18
2.1.1. Nove smjernice u liječenju astme u djece.....	21
3. Upravljanje i kontrola astme pomoću tjelesne aktivnosti i vježbanja	
3.1. Dobrobiti tjelesne aktivnosti i vježbanja na oboljele od astme.....	22
3.2. Bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem s astmom (EIA/EIBa).....	24
3.3. Vrste treninga i sportskih aktivnosti prema dobrobitima i riziku.....	27
3.4. Dijelovi, intenzitet, trajanje i učestalost treninga.....	29
4. Zaključak.....	34
5. Literatura.....	36



## 1. Uvod

Astma je jedna od najčešćih kroničnih bolesti djece s prevalencijom od 5% do preko 20% u populaciji djece u Europi (Turkalj i Vlašić Lončarić, 2023). Obično je karakterizirana kroničnom upalom dišnih puteva i simptomima koji uključuju otežano disanje (zaduh), kratkoću daha, nedostatak zraka, stezanje i zviždanje (eng. *wheezing*) u prsima te kašalj, zajedno s promjenjivim ograničenjem protoka zraka pri izdisaju koje varira intenzitetom (GINA, 2023). Astmu kod djece mogu uzrokovati različiti čimbenici poput udisanja alergena, virusne ili bakterijske upale dišnih putova, hladnog zraka, tjelesne aktivnosti, odnosno vježbe i slično. Svi zdravstveni sustavi, kao i smjernice utemeljene na znanstvenim istraživanjima, snažno preporučuju redovitu tjelesnu aktivnost kao jednu od najučinkovitijih sredstava za sprječavanje kroničnih bolesti i održavanje dobrog zdravlja. Tjelesna aktivnost može poboljšati simptome, kvalitetu života, sposobnost vježbanja i plućnu funkciju, kao i smanjenje upala dišnih puteva i odgovor kod astmatičara (Lee i suradnici, 2012; West i suradnici, 2019). Unatoč što je posljednjih desetljeća došlo do značajnih novih znanstvenih spoznaja u odnosu tjelesne aktivnosti i astme kod djece, još uvijek se preispituju stavovi o ispravnosti uključivanja djece s astmom u trenažni proces. Neka istraživanja su primjerice pokazala kako roditelji znaju izbjegavati uključivanje svoje djece u organizirane sportske aktivnosti iz straha da bi takve aktivnosti mogle negativno utjecati na njihovo zdravlje (Lang i suradnici, 2004; Dantas i suradnici, 2014; Kornblit i suradnici, 2018), dok druga navode kako je malo učitelja svjesno činjenice da učenici s astmom ne moraju izbjegavati tjelovježbu (Bruzese i suradnici, 2010).

Cilj ovog rada je da na temelju znanstvene i stručne literature utvrdimo na koji se način djeca s astmom mogu na siguran način uključiti u trenažni proces s ciljem psihofizičkog napretka, primjenjujući odgovarajuće mjera opreza i ograničenja, koje će dovesti do smjernica za siguran trening djece oboljele od astme. Isto tako cilj rada je na temelju znanstvene i stručne literature prikazati različite stavove o rizicima i štetnostima s jedne, te prednostima uključivanja djece s astmom u tjelesnu aktivnost i trening. Svrha rada je pomoći kineziolozima u prepoznavanju simptoma ove bolesti kod djece, ali i pomoći i dati preporuke za organizaciju i provođenje trenažnog procesa kod oboljelih. Zaključno tome prikazati će se smjernice i savjeti za provođenje tjelesne i sportske aktivnosti kod djece oboljele od astme, s minimalnim rizikom ili bez rizika za pogoršanje bolesti, ovisno o različitim vrstama aktivnosti i stupnju bolesti.

U prvom dijelu rada govorit će se općenito o epidemiologiji, etiologiji, patofiziologiji i klasifikaciji, dijagnostici, liječenju astme te o edukaciji koja je bitna ne samo za djecu i roditelje,

već i za sportske liječnike, prosvjetne radnike, odnosno kineziologe. S obzirom na užu temu ovog rada, u prvom dijelu će se nešto više reći i o specifičnostima te novim smjernicama u liječenju astme kod djece. Drugi dio rada bavi se upravljanjem i kontrolom astme pomoću tjelesne aktivnosti i vježbanja. Ovo podrazumijeva prikaz dobiti tjelesne aktivnosti i vježbanja na djecu oboljelu od astme, ali i prikaz literature o bronhokonstrukciji izazvanoj vježbanjem s astmom (EIA/EIBa). Na samom kraju rada dane su preporuke o vrsti treninga i sportskih aktivnosti prema dobitima i riziku u koje se djeca astmatičari mogu i trebaju uključiti. Preporuke za kineziologe tiču se organizacije treninga, odnosno njegovih dijelova, intenziteta, trajanja i učestalosti. Važno je istaknuti kako uvođenje i primjena bilo kojeg oblika tjelesne aktivnosti kod astme zahtijeva visoku razinu stručnosti, kao i oprez i stalno praćenje zbog mogućnosti ponovljenih komponenti akutnog napada. Također, od iznimne važnosti su dobra komunikacija, partnerski odnos između pacijenta (djeteta), djetetovih roditelja s jedne strane te liječnika, kineziologa i/ili trenera s druge strane.

## **2. Astma: epidemiologija, etiologija, patofiziologija i klasifikacija, dijagnoza i liječenje**

Definicija astme je ključna za razumijevanje njene epidemiologije, patofiziologije i etiologije, kao i za utvrđivanje sličnosti i razlika između dječje astme i astme u odrasloj dobi. Ipak, različite varijacije i razlike u definicijama o tome u kojoj dobi se astma javlja, o njenoj težini, o razlikama između alergijskih i nealergijskih fenotipova i slično, uzrokuje dodatnu složenost standardnih definicija korištenim u studijama koje obuhvaćaju velik uzorak populacije (Halder i suradnici, 2008). Unatoč pokušajima da se postigne konsenzusna definicija za epidemiološke studije, autori Van Wonderen i suradnici (2010) su pokazali da postoji čak 60 različitih definicija "dječje astme" koje su korištene u 122 objavljene studije. Upravo različitost definicija može imati značajan utjecaj na procijenjenu prevalenciju i faktore rizika. Stoga ove razlike treba uzeti u obzir pri tumačenju rezultata preglednih studija i meta-analiza epidemiologije astme. S obzirom da je ovaj rad stručni, u nastavku će se dati definicije iz više različitih izvora, pri čemu će se prvenstveno slijediti definicija astme dana od strane Globalne inicijative za astmu (*Global Initiative for Asthma*) čije se smjernice u svijetu i Hrvatskoj koriste za pravilno dijagnosticiranje i liječenje ove bolesti (GINA, 2023).

### *Definicija astme*

Astma je heterogena kronična bolest dišnih putova vrlo česta u djetinjstvu te obično karakterizirana kroničnom upalom dišnih puteva i simptomima koji uključuju: otežano disanje (zaduh), kratkoću daha, nedostatak zraka, stezanje i zviždanje (eng. *wheezing*) u prsima i kašalj, zajedno s varijabilnom bronhoopstrukcijom protoka zraka (Ahel i Hadžibeganović, 2005; Bush Fleming, 2015; GINA, 2023; WHO, 2023). Navedeni simptomi se najčešće ponavljaju noću ili rano ujutro u epizodama (Ivković-Jureković, 2006). Glavna funkcionalna obilježja astme su stezanje mišića u stjenkama bronha, odnosno pojava bronhospazma, te hiperraktivnost dišnih putova. Bronhospazam je rezultat alergijske reakcije sluznice bronha na razne tvari u okolišu, kao što su pelud, grinje, dlake i slično, ili na druge podražaje poput suhog zraka ili tjelesnog napora (Gagro, 2011; HZJZ, 2022). Bronhoopstrukcija može biti barem djelomično reverzibilna, što se može dogoditi pomoću liječenja ili potpuno spontano. Međutim, kronična upala čiji se intenzitet može mijenjati (primjerice, naglo pogoršanje astme) je trajno prisutna. Kad se bolesnik nalazi u razdoblju niske razine upalne aktivnosti, simptomi bolesti su uglavnom odsutni, dok su akutne egzacerbacije prisutne kod pojačanog intenziteta upalne aktivnosti. U nedostatku odgovarajućeg liječenja, upala će uzrokovati promjene u strukturi dišnih putova, a egzacerbacije mogu postati teške, što može rezultirati i smrtnim ishodom (Ivković-Jureković, 2006).

### *Epiemiologija (prevalencija i incidencija) u svijetu i Hrvatskoj*

Tijekom druge polovice dvadesetog stoljeća uočen je nagli porast prevalencije astme u nizu razvijenih zemalja. Ovo je pokazalo nekoliko provedenih epidemioloških studija u svijetu koje su rađene radi procijene prevalencije i učestalosti astme u svijetu. Ove studije su uključile velike multinacionalne studije djece, kao što su primjerice Međunarodna studija o astmi i alergijama u dječjoj dobi – *ISAAC* (Ellwood i suradnici, 1995; Weiland i suradnici, 2004; Asher i suradnici, 2005). Rezultati ovih studija su potvrdili da je astma jedna od najčešćih kroničnih bolesti diljem svijeta u svim dobnim skupinama te da postoje značajne varijacije u prevalenciji astme u svijetu. Globalno, otprilike 300 milijuna ljudi diljem svijeta ima astmu, a do 2025. godine se očekuje da bi se taj broj mogao povećati za još 100 milijuna ljudi. Postoji također dosta velika geografska varijacija u prevalenciji, ozbiljnosti i smrtnosti ove bolesti. Iako je prevalencija astme veća u zemljama s višim dohotkom, većina smrtnih slučajeva povezanih s astmom zabilježena je u zemljama s niskim do srednjim dohotkom (GINA, 2023). Obrasci prevalencije i incidencije astme razlikuju se kod djece i odraslih. Poznato je da astma najčešće počinje u djetinjstvu, ali se može pojaviti bilo kada tijekom života te tako neki bolesnici razviju ovu bolest

prvi puta u odrasloj dobi. Dok je incidencija i prevalencija veća u djece<sup>1</sup>, smrtnost je veća u odraslih osoba (Fuhlbrigge, Jackson i Wright, 2002). U kontekstu rase, prevalencija astme je veća među crncima i hispanicima, dok je stopa smrtnosti pet puta veća među crncima u usporedbi s bijelcima („Astma“, 2014). Zanimljivo je da se učestalost i prevalencija astme razlikuje ovisno o spolu tijekom života. Dječaci u predpubertetu imaju veću incidenciju, prevalencija i stopu hospitalizacije od astme u odnosu na djevojčice iste dobi, no taj se trend tijekom adolescencije mijenja na štetu djevojčica. Ove promjene s obzirom na spol i dob mogu značiti da u etiologiji astme važnu ulogu imaju spolni hormoni (Fuhlbrigge, Jackson i Wright, 2002).

Što se tiče prevalencije i incidencije astme u Hrvatskoj, najnoviji podaci su rezultat projekta *EUROSTAT Morbidity Statistics* u kojem je sudjelovao i hrvatski Zavod za javno zdravstvo koji je 2022. objavio izvješće. Izvješće pokazuje da godišnja stopa incidencije astme u Hrvatskoj iznosi 3,0 na 1.000 stanovnika, što znači da svake godine oko 12.000 ljudi oboli od astme. Stopa incidencije, slično kao i stopa prevalencije, je veća među mlađim osobama - čak 5,9 na 1.000 stanovnika kod osoba do 20 godina, dok kod osoba starijih od 65 godina iznosi 2,5 na 1.000 stanovnika. Ukupan broj oboljelih od astme, odnosno prevalencija, iznosi 5.048,1 na 100.000 stanovnika, što je 5,0% ukupne populacije ili otprilike 200.000 osoba. (HZJZ, 2022).

### *Etiologija*

Trenutni dokazi upućuju na to da je astma složena bolest uzrokovana različitim čimbenicima te se njena etiologija pripisuje interakciji nasljednih/genetskih čimbenika, čimbenika vezanih za samog bolesnika te okolišnih čimbenika. Genetski čimbenici su genetska predispozicija za razvoj astme, dok čimbenici vezani za samog bolesnika uključuju socioekonomski status, pretilost, način prehrane, infekcije (respiratorne i parazitske) te alergijsku senzibilizaciju (Scherzer i Grayson, 2018). Osjetljivi geni uključuju one koji su povezani s T-pomoćnim stanicama tipa 2 (Th2) i njihovim citokinima (IL-4, -5, -9 i -13), kao i gen ADAM33. Zadnji naveden može poticati glatke mišiće dišnih putova i proliferaciju fibroblasta ili može regulirati proizvodnju citokina („Astma“, 2014). Istraživanja koja potvrđuju ove nasljedne čimbenike pokazuju da nasljednost astme može biti čak 60-75%, što implicira da bi razumijevanje genetske osnove astme moglo otkriti mnoge mehanizme koji uzrokuju bolest (Willemsen i suradnici, 2008). Također, pojava novih tehnologija genotipizacije omogućila je vrlo detaljno sekvenciranje ljudskog genoma za varijante povezane s astmom i sukladno tome se povećava broj otkrivenih neovisnih gena povezanih s astmom (El-Husseini i suradnici, 2020). Okolišni

---

<sup>1</sup> Detaljnije o specifičnostima astme kod djece u poglavlju 2.1.

čimbenici uključuju zagađenje zraka i druge alergene vanjskog i unutarnjeg prostora. Alergeni zatvorenih prostora su najčešće grinje, žohari, kućna prašina, alergeni kućnih životinja (dlaka i epidermisa), gljivice i plijesan, a alergeni vanjskog prostora su peludi trava, korova i stabala. U okolišne čimbenike koji mogu izazvati astmu ubrajamo i duhanski dim, onečišćenje zraka, onečišćenja u atmosferi, alergene u hrani, alergene iz radne sredine, kemikalije, hladan i suh zrak, vlagu i slično. Jedan od čimbenika je i bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem s astmom (EIA/EIBa) koja je opisana u poglavlju 3.2. Danas se smatra da astma nije samo jedna bolest, već dijagnoza za skupinu heterogenih fenotipova (kliničke manifestacije) nekoliko bolesti sa specifičnim endotipovima (patofiziološkim mehanizmima). Razumijevanje heterogenosti astme mogu pomoći u odabiru učinkovite terapije prema potrebama pojedinačnog pacijenta (Pavord i suradnici, 2018; Bulat-Kardum, 2021).

#### *Patofiziologija, klasifikacija i fenotipizacija*

Temeljni patofiziološki mehanizam astme je kronična upala dišnih putova. Simptomi astme nastaju zbog bronhoopstrukcije koju uzrokuju bronhospazam, povećana proizvodnja sluzi i edem sluznice dišnih putova. Kronični upalni proces uzrokuje oštećenje bronha, što potiče proces obnove te strukturne i funkcionalne promjene poznate kao remodeliranje dišnih putova (Plavec, Turkalj i Erceg, 2011). Remodeliranje se događa prelaskom epitelnih stanica u mezenhimalne pri čemu se povećava sadržaj glatkih mišića. Epitelne stanice gube staničnu adheziju i funkcionalni polaritet te preoblikuju svoje stanice kako bi se razvile u mezenhimalne stanice. Osim toga, eozinofili mogu dodatno pogoršati remodeliranje dišnih putova zbog otpuštanja citokina. Ovi mehanizmi remodeliranja dišnih putova mogu pogoršati upalu i pogoršati astmu tijekom vremena (Kudo, Ishigatsubo i Aoki, 2013).

U astmatskoj upali sudjeluju humoralni (aktivacija B-limfocita i stvaranje protutijela) i stanični (posredovanje T-limfocita) imunološki odgovor. T-stanice kontroliraju i reguliraju B-staničnu funkciju putem brojnih citokina. Na temelju vrste citokina razlikujemo dva različita podtipa pomoćnih stanica T-limfocita – Th1 i Th2, a oba izlučuju citokin IL-3 i čimbenik stimulacije kolonija granulocita i makrofaga tzv. GM-CSF. Podtip Th2 je primarni podtip uključen u astmatsku upalu i igra važnu ulogu u proizvodnji niza citokina: IL-4, IL-5 i IL-13 koji pomažu u komunikaciji s drugim stanicama i održavanju upale. Prva faza imunološkog odgovora se događa u bronhima gdje dendritičke stanice fagocitiraju alergene i IgE-a te u limfnom čvoru prikazuju prerađeni alergen limfocitima T. T-limfociti vežu se potom vežu preko receptora i tada započinje aktivacija i stimulacija spomenutih pomoćnih Th1 i Th2 limfocita. Stanica počinje lučiti citokin IL-4 i Th2 potom određuje proizvodnju IgE antitijela. Osim toga, stanice Th2 moduliraju funkciju izvršnih stanica (eozinofili, bazofili, neutrofil i mastociti) putem

proalergijskih citokina. Ove izvršne stanice zatim proizvode dodatne količine citokina IL-4, što potiče obnovu alergijske reakcije (Ivković-Jureković, 2006; Sinyor i Concepcion Perez, 2023). Postoje dvije faze egzacerbacije astme- rana i kasna faza IgE posredovane reakcije. Ranu fazu započinju IgE antitijela koja senzibiliziraju i otpuštaju plazma stanice. Ova antitijela reagiraju na određene okidače u okolini kao što su prethodno navedeni čimbenici rizika. IgE antitijela se potom vežu za mastocite i bazofile visokog afiniteta. Kada se alergen ili čimbenik rizika udahne, mastociti otpuštaju citokine i na kraju degranuliraju, a iz mastocita se tada oslobađaju histamin, prostaglandini i leukotrieni. Te stanice kontrahiraju glatke mišiće i uzrokuju sužavanje dišnih puteva. Potom u sljedećih nekoliko sati nastupa kasna faza u kojoj eozinofili, bazofili, neutrofilni te pomoćne i memorijske T-stanice dolaze u pluća i uzrokuju upalu. Mastociti također igraju ključnu ulogu u dovođenju reaktanata kasne faze do upaljenih mjesta. Ključno je prepoznati oba ova mehanizma kako bi terapija bila ciljana te kako bi se ublažila bronhokonstrikcija i upala, ovisno o težini bolesti (Ivković-Jureković, 2006; Sinyor i Concepcion Perez, 2023).

Prema GINA smjernicama (2023), astma se prema težini kliničke slike klasificira u četiri kategorije: 1. stupanj – povremena astma, 2. stupanj – trajna, blaga astma, 3. stupanj – trajna, srednje teška i 4. stupanj – trajna, teška astma. Što se tiče fenotipizacije, najčešće se spominju: alergijska astma ranog nastupa, eozinofilna astma kasnog nastupa, astma inducirana naporom<sup>2</sup>, astma povezana s pretilošću, neutrofilna astma te dva endotipa teške astme: Th2 *high* (eozinofilna) i Th2 *low* (ne-eozinofilna) astma (Flego, 2021; Kljajić Bukvić i suradnici, 2022; GINA, 2023).

### *Dijagnostika*

Dijagnostika astme postavlja se na temelju kliničkih i laboratorijskih ispitivanja, a potvrđuje se testovima plućne funkcije. Prvi korak u dijagnozi je uzimanje detaljne anamneze i fizikalnog pregleda pacijenta. Anamneza treba obuhvaćati detaljan opis simptoma, identifikaciju rizičnih čimbenika vezanih za genetske čimbenike bolesnika i okoliš te općenito zdravstvenu sliku bolesnika i prisutnost alergijskih bolesti.

Pacijenti s blagom, povremenom ili trajnom astmom često su bez simptoma između epizoda pogoršanja bolesti. S druge strane, oni s težim oblicima astme često doživljavaju simptome poput gušenja, stezanja u prsima, zviždanja pri disanju i kašlja. Takvi bolesnici u pravilu imaju i cijanozu, neku od varijanti poremećene svijesti, paradoksalni puls s padom tlaka >15 mmHg,

---

<sup>2</sup>S obzirom na temu rada, bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem s astmom (EIA/EIBa) obrađena je u poglavlju 3.2.

saturaciju kisikom  $O_2$  ( $O_{2sat}$ )  $<90\%$ , djelomični tlak ugljičnog dioksida  $PaCO_2 >6$  kPa ili 45% mmHg i hiperinflaciju pluća (Ahel i Hadžibeganović, 2005; „Astma“, 2014).

Uz prisutnost prethodno navedenih simptoma, postoje još dvije komponente neophodne za objektivnu dijagnozu astme: 1) potvrda o opstrukciji dišnih putova i 2) prikaz varijabilnosti u stupnju opstrukcije. Dostupno je više dijagnostičkih testova (Tablica 1), iako na osjetljivost i specifičnost svakog od njih utječe težina/kontrola astme i je li pacijent na liječenju u vrijeme testiranja. Međutim, važno je prepoznati da iako su ove dvije komponente bitan dio dijagnoze astme, njihova prisutnost nije isključiva samo za astmu i treba se tumačiti u kontekstu cjelokupne kliničke slike (Brigham i West, 2015).

Tablica 1. Dostupni dijagnostički testovi za astmu

<b>Potvrda opstrukcije dišnih putova</b>
Spirometrija
<b>Prikaz varijabilnosti u stupnju opstrukcije</b>
Osnovna mjerenja
Vršni ekspiratorni protok (PEF) (ponovljena mjerenja)
Spirometrija (ponovljena mjerenja)
Procjena odgovora na liječenje
Spirometrija prije bronhodilatatora i poslije bronhodilatatora
Spirometrija nakon početka kontrolne terapije
Bronhoprovokativni testovi
Nefarmakološki: tjelesni napor ili eukapnička voljna hiperventilacija
Farmakološki: hipertonična fiziološka otopina, manitol ili metakolin
Ostali testovi
Alergijska testiranja
Frakcija izdahnutog dušikovog oksida

Legenda: objašnjenje tablice. Podaci su preuzeti, prevedeni i prilagođeni iz „Diagnosis of asthma: diagnostic testing“, E.P. Brigham i N.E. West, 2015, *Forum of Allergy & Rhinology*, 5(1), str. 28.

Prva navedena, spirometrija se koristi za potvrdu ekspiratorne opstrukcije dišnih putova, odnosno za procjenu funkcije pluća te mjerenje volumena zraka koji pojedinac može izbaciti iz pluća nakon maksimalnog udisaja. Kod mjerenja funkcije pluća najčešći spirometrijski parametri su vršni ekspiratorni protok PEF (*Peak Expiratory Flow*), forsirani vitalni kapacitet FVC (*Forced Vital Capacity*), odnosno ukupni volumen zraka koji pojedinac može snažno izdahnuti iz svojih pluća u jednom dahu te FEV1 (*Forced Expiratory Volume in one second*) ili forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi čija je varijacija među ponavljanim mjerenjima samo 8%. PEF pokazuje maksimalnu forsiranu ekspiraciju, a određuje se pomoću mjeraca

vršnog protoka pomoću kojeg sami bolesnici mogu nadgledati i kontrolirati bolest („Astma“, 2014; Brigham i West, 2015; Sinyor i Concepcion Perez, 2023; GINA 2023).

Za potvrdu opstrukcije koristi se odnos smanjenja volumena forsiranog ekspiratornog volumena u jednoj sekundi (FEV1) s obzirom na forsirani vitalni kapacitet (FVC), odnosno FEV1/FVC. Kod djece, smanjeni FEV1/FVC omjer ispod 0,90 označava opstrukciju. Kod odraslih se također opstrukcija definira smanjenjem omjera FEV1/FVC, a GINA smjernice (2023) preporučuju da je taj omjer >0,75-0,80. Što je astma gora, niži je broj za FEV1 i omjer FEV1/FVC. Savjetuje se oprez pri uporabi fiksnog omjera FEV1/FVC kao granične točke jer to može rezultirati lažno pozitivnim dijagnozama opstrukcije u starijih odraslih i potencijalno lažno negativnim dijagnozama opstrukcije u mlađih odraslih osoba s obzirom na prirodni pad FEV1 s dobi. U idealnom slučaju treba procijeniti omjer FEV1/FVC u vrijeme kada je FEV1 smanjen. Kod osoba kojima je potvrđena astma, spirometriju treba ponoviti bar jednom godišnje radi praćenja napredovanja bolesti („Astma“, 2014; Brigham i West, 2015; Sinyor i Concepcion Perez, 2023).

Ako rezultati pacijenta ne potvrde varijacije u opstrukciji dišnih putova, mogu se koristiti bronhoprovokativni testovi koji se dijele na nefarmakološke i farmakološke. Kod nefarmakoloških, spirometrija se mjeri prije i poslije opterećenja, a vrši se na pokretnoj traci ili biciklu u trajanju oko 10 minuta. Poslije opterećenja se mjeri nakon 5, 10, 15, 20 i 30 minuta, a bronhokonstrikcija obično nastaje 10 do 15 minuta po završetku testa. Test se smatra pozitivnim s padom FEV1 od najmanje 10% i 200 mL od početne vrijednosti kod odraslih ili padom FEV1 od najmanje 12% do 15% ili PEF-a od najmanje 15% kod djece. Iako postoji opći dogovor o graničnom padu FEV1 u odraslih, neke smjernice sugeriraju višu graničnu vrijednost djece, u rasponu između 12% i 15%. Drugi test koji se koristi je eukapnička voljna hiperventilacija (*Eucapnic Voluntary Hyperventilation- EVH*) koja pokazuje bronhalnu hiperreaktivnost na sličan način, a testira se spirometrijom ili PEF-om prije i poslije manevra<sup>3</sup>. Što se tiče farmakoloških bronhoprovokativnih testova, oni se obično koriste samo kod odraslih zbog rizika od značajnije bronhokonstrikcija. Pojedincima se daju sve veće doze metakolina ili

---

<sup>3</sup> Ovaj test je prvi puta opisan 1985., a podrazumijeva udisanje mješavine kisika i ugljičnog dioksida s ciljem simuliranja disanja tijekom tjelesnog napora ili vježbanja. Ova mješavina osigurava povećanu razinu ventilacije pluća, dok se istovremeno održava normalna razina ugljičnog dioksida u krvi (eucapnija). Ovakva simulacija disanja izaziva suženje dišnih puteva kod osoba s bronhijalnom hiperreaktivnošću, što omogućuje procjenu njihove osjetljivosti na taj podražaj. Promjene u protoku zraka i drugim parametrima plućne funkcije, koje se mjere tijekom EVH testa, mogu pružiti važne informacije o prisutnosti astme i težini bronhijalne hiperreaktivnosti (Hurwitz i suradnici, 1995; Brigham i West, 2015; )



histamina i rezultat se smatra pozitivnim smanjnjm FEV1 za 20% ili više. Također se može koristiti hipertonična fiziološka otopina ili manitol, s pozitivnim rezultatom, odnosno padom FEV1 od 15% ili više.

U dijagnostici astme se također koriste i imunološki testovi. Može se provesti alergotestiranje kožnim testiranjem ili specifičnim imunoglobulinom E (IgE) u serumu. Testiranje kože se može izvesti na širokom spektru uobičajenih alergena iz okoliša. Nakon što se alergen identificira, važno je potvrditi koje pacijentovo izlaganje alergenu uzrokuje astmatične simptome. Što se tiče posljednjeg testa, frakcije izdahnutog dušikovog oksida tzv. FeNO (*Fractional exhaled Nitric Oxide*), njegovo korištenje nije univerzalno preporučeno u smjernicama za dijagnozu astme. Međutim, test se preporučuje kao opcija za pomoć u dijagnosticiranju astme kada su klasični dijagnostički testovi otkrili srednju vjerojatnost za postojanje astme. Dušikov monoksid nastaje u plućima kao posljedica eozinofilna upala, a može se otkriti u izdahu. FeNO je povišen kod mnogih osoba s astmom, a može se smanjiti učinkovitim liječenjem (Brigham i West, 2015; Sinyor i Concepcion Perez, 2023).

#### *Liječenje i edukacija*

Svaki pacijent koji boluje od astme treba težiti potpunoj kontroli simptoma kao glavnom cilju liječenja. Osim toga, važno je postići i održavati normalnu funkciju pluća, prevenirati trajna oštećenja plućne funkcije te osigurati mogućnost obavljanja svih radnih i životnih aktivnosti. Što se tiče lijekova cilj je smanjiti potrebu kratkodjelujućih beta-2 agonista na manje od dva dana tjedno te smanjiti učestalost noćnih egzacerbacija astme na manje od dvije noći mjesečno. Također, cilj je sudjelovanje bolesnika u svakodnevne i tjelesnim aktivnostima bez pojave egzacerbacija. Glavni čimbenici pravilnog liječenja su: prepoznavanje i poznavanje bolesti, procjena potrebe za liječenjem, poznavanje lijekova, provođenje odgovarajuće terapije, dobra tehnika inhalacije, edukacija djece i roditelja te suradnja liječnika i bolesnika (Ahel i Hadžibeganović, 2005; Flego, 2021).

Primarna strategija u liječenju astme obuhvaća primjenu propisanih lijekova i pridržavanje uputa prema smjernicama Globalne inicijative za astmu (GINA). Od 2002. godine osnovan je znanstveni odbor GINA-e koji obavlja i radi revizije objavljenih istraživanja o astmi te donosi najnovije zaključke o dijagnosticiranju i liječenju ove bolesti (GINA, 2023). Nefarmakološke mjere koje mogu poboljšati kvalitetu života i smanjiti simptome kod astmatičara treba primjenjivati, osobito kod djece te će o njima biti više riječi u drugom dijelu rada. One uključuju izbjegavanje izloženosti duhanskom dimu iz okoliša ili prestanka pušenja, pušenje među adolescentima, izbjegavanje hrane ili droga kao okidača kod osoba osjetljivih na njih, izbjegavanje onečišćenog unutarnjeg i/ili vanjskog prostora i iritansa (Vernon i suradnici,

2012). Gubitak mase kod pacijenta s prekomjernom masom, kao i programi vježbi disanja te tjelesna aktivnost se također potiču kao vrsta nefarmakoloških mjera.

Međutim, farmakoterapija predstavlja temelj liječenja astme kod odraslih i djece. Farmakološke mogućnosti liječenja astme uključuju lijekove koji se dijele prema njihovoj upotrebi na: 1) lijekovi za ublažavanje (*relievers*) – omogućuju olakšanje simptoma unutar nekoliko minuta, tijekom pogoršanja astme ili egzacerbacija te kao prevenciju kod astme izazvane tjelovježbom. Prvenstveno se to odnosi na inhalacijske kortikosteroide (ICS); 2) protuupalni lijekovi (*controllers*) – koriste se tijekom održavanja liječenja, omogućuju kontrolu simptoma, smanjenje upale dišnih putova i rizika od mogućeg budućeg pogoršanja bolesti. Dijele se na kratkodjelujuće, tzv. SABA (*short acting beta agonists*) i SAMA (*short acting muscarinics antagonists*) i dugodjelujuće bronhodilatatore, tzv. LABA (*long acting beta agonists*) i LAMA (*long acting muscarinics antagonists*); i 3) dodatne terapije – predlažu se za bolesnike s teškim upornim simptomima i egzacerbacijama astme, unatoč liječenju s visokim dozama protuupalnih lijekova. Najčešće korištene skupine lijekova za astmu su beta-2 adrenergički agonisti, inhalacijski kortikosteroidi i modifikatori leukotriena, obično montelukast. Liječenje počinje u onom koraku koji najviše odgovara početnoj težini astme, a svaka preporuka je procijenjena za svaku dobnu skupinu - odrasle, adolescente (iznad 12 godina) i djecu (5–12 godina i ispod 5 godina) u GINA smjernicama (2023). Stanje i težina astme se treba procjenjivati svaka tri mjeseca, a ukoliko dođe do poboljšanja terapija se može smanjiti ili promijeniti. Krajnji cilj je smanjiti terapiju na najnižu na kojoj se bolest može držati pod kontrolom (Tesse i suradnici, 2018). Primjena lijekova je najčešće uz pomoć uređaja za inhalaciju jer tako lijek direktno dopijeva u pluća te je zato najdjelotvorniji. Za djecu se koristi i tzv. komorica (*spacer*) kako bi lakše mogla primijeniti lijek. U slučaju pogoršanja astme, najčešće se koriste kratkodjelujući beta-2 agonisti (SABA), poput salbutamola, ili kombinacija inhalacijskih kortikosteroida (ICS) i dugodjelujućih beta-2 agonista (LABA). Ovaj pristup liječenju poznat je kao MART (*maintenance and reliever therapy*), odnosno terapija održavanja i olakšanja.

U slučaju blage trajne astme, često se koriste srednje doze inhalacijskih kortikosteroida (ICS), a može se koristiti i modifikator leukotriena, kao što je montelukast. Za liječenje umjerene trajne astme koristi se kombinacija srednjih doza ICS-a i dugodjelujućih beta-2 agonista (LABA) u jednom inhalatoru. Teška trajna astma se liječi kombinacijom visokih doza ICS-a i LABA-a u jednom inhalatoru, ponekad uz dodatak oralnih kortikosteroida, tiotropija ili teofilina. (Flego, 2021).

Posljednjih godina uz farmakološko liječenje često se za bolesti dišnog sustava koristi i tzv. plućna rehabilitacija. Ona podrazumijeva sveobuhvatnu intervenciju temeljenu na detaljnoj

procjeni pacijenta nakon čega slijede terapije prilagođene pacijentu koje uključuju tjelesnu aktivnost i vježbanje, obrazovanje i promjenu ponašanja pacijenta, a sve s ciljem poboljšanja tjelesnog i psihološkog stanje bolesnika s kroničnom respiratornom bolešću te promicanje dugoročnog pridržavanja ovakvog ponašanja koje poboljšava zdravlje (Osadnik i Singh, 2019). Plućna rehabilitacija blagotvorno djeluje jer doprinosi smirivanju simptoma bolesti te održavanju stabilnog stanja te kod astme uključuje prvenstveno vježbe disanja jer bolesnici obično dišu plitko. Bihevioralni programi usredotočeni na vježbe disanja i tehnike smanjenja disfunkcionalnog disanja (uključujući programe disanja koje provode fizioterapeuti, poput Papworth i Buteyko metode) mogu dovesti do umjerenih poboljšanja simptoma astme i kvalitete života, te smanjiti potrebu za bronhodilatatorima kod odraslih osoba s astmom, iako imaju malo učinka na funkciju pluća ili upalu dišnih puteva (Holloway i West, 2007). Cilj ovih vježbi je poboljšati učinkovitost i smanjiti frekvenciju disanja, povećati fleksibilnost grudnog koša te snagu i izdržljivost respiratornih mišića. Za izvođenje vježbi bitna je suradnja bolesnika i respiratornog terapeuta koji treba educirati bolesnika o važnosti dijafragme prilikom disanja. Diјаfragmalno disanje može pomoći bolesnicima disati kontrolirano, duboko i polagano, a bitno je da se provodi redovito (Holloway i West, 2007; Flego, 2021).

Značajan preduvjet uspješnoga liječenja odraslih i djece bolesnika je edukacija i poticanje suradnje bolesnika u postupku liječenja s liječnicima obiteljske medicine, pulmolozima i respiratornim terapeutima. Edukacija oboljelih je sastavni dio liječenja astme i ne bi se trebala zaobilaziti jer, iako potpuno izlječenje nekada nije moguće, pravilnom i redovitom primjermom lijekova te ostalih nefarmakoloških terapija astma se može kontrolirati te bolesnik može imati dobru kvalitetu života. Edukacija podrazumijeva upoznavanje i davanje uputa bolesniku u vezi prirode, tijeka i načinima liječenja bolesti. U edukaciju se uključuju upute o preventivnim mjerama, izbjegavanju alergena i slično, a posebnu važnost ima i trening tehnike pravilne uporabe inhalatora. Kada se radi o djeci astmatičarima, edukacija svakako treba obuhvaćati i roditelje kako bi znali ispravno i pravodobno reagirati tijekom faza pogoršanja bolesti (Flego, 2021).

### **2.1. Specifičnosti astme kod djece**

S obzirom na temu i specifičan cilj ovog stručnog rada, potrebno je dodatno elaborirati i prikazati razvoj ove bolesti kod djece, a poglavito kliničke znakove i simptome, kako bi kineziolozi i treneri mogli prepoznati eventualni astmatski napad i općenito bili upoznati sa specifičnostima ove bolesti kod djece. U nastavku poglavlja ćemo se stoga ukratko osvrnuti na

specifičnosti astme kod djece s obzirom na dob te dati najnovije smjernice u liječenju djece s astmom.

Astma je najčešća kronična bolest u djece, a karakterizirana je značajnom heterogenošću, uzimajući u obzir potencijalne etiološke čimbenike, razinu upale i oštećenja bronha, funkcionalne poremećaje pluća te kliničku prezentaciju i tijek bolesti koji se kod nekih nastavlja i nakon djetinjstva (Gagro, 2011). Procjene prevalencije astme kod djece u Europi kreću se od 5% do više od 20% (Turkalj i Vlašić Lončarić, 2023). U dječjoj dobi astma je specifična po tome što se fenotip bolesti mijenja s razvojnom dobi djeteta, što implicira potrebu za stalnim ponovnim procjenama stanja bolesti. Dva dominantna fenotipa astme u dječjoj dobi su ekstrinzična (alergijska) i intrinzična (nealergijska) astma, pri čemu je kod djece alergijska astma učestalija. Bolest se najčešće dijagnosticira na temelju simptoma djeteta, medicinske povijesti, fizikalnog pregleda i testova funkcije pluća. Kao što je već navedeno, astma ima snažnu genetsku komponentu pa će dijete koje ima roditelja s astmom vjerojatnije razviti bolest. Okolišni čimbenici također igraju ključnu ulogu, a izloženost alergenima, duhanskom dimu i zagađenju zraka povećavaju rizik od razvoja astme kod djeteta. Također, određeni uvjeti poput rane senzibilizacije na alergene ili česte virusne infekcije, mogu također potaknuti razvoj bolesti. Dijagnosticiranje i prepoznavanje astme kod djece mlađe od pet ili šest godina može biti izazovno zbog nespecifičnih simptoma često prisutnih u toj dobi i simptoma koji se preklapaju s drugim bolestima poput respiratornih infekcija. Zbog toga anamneza i fizikalni pregled postaju glavni dijagnostički alati, a prve indikacije na astmu mogu biti izvještaji roditelja o problemima njihovog djeteta s disanjem. Često su u dobnoj skupini do treće godine simptomi više izazvani virusima nego alergijama. Dojenčad često ima vrlo malo simptoma sve dok ne dožive gornju respiratornu infekciju, koja može pokrenuti značajan i ozbiljan upalni lanac reakcija. Kod djece je ključno prvih nekoliko godina nakon dijagnoze astme. Sveukupno 75% djece u ovoj dobnoj skupini doživjelo je drugu epizodu astme unutar tri godine od dijagnoze, što sugerira da je potrebno približno tri godine za kontrolu i stabilizaciju epizoda astme. Kako dijete raste i pluća se razvijaju, mijenjaju se i simptomi (Aberle, 2014; Trivedi i Denton, 2019; Haktanir Abul. i Phipatanakul, 2019).

Od sedme do jedanaeste godine djeca mogu obaviti spirometriju, a reverzibilna opstrukcija dišnih putova vidljiva na spirometriji može biti koristan dijagnostički alat. Međutim, važno je napomenuti da kod djece s astmom vrijednosti spirometrije mogu biti normalne unatoč značajnoj bolesti i morbiditetu. Stoga se spirometrija kod djece često koristi kao alat za praćenje simptoma astme nakon što je dijagnoza utvrđena kroz druge procjene. U ovoj dobnoj skupini

simptomi sve više prelaze iz blagih epizoda zviždanja u prsima kao odgovora na virusne infekcije do egzacerbacija izazvanih alergijama. Također, ovoj dobi, simptomi izazvani vježbanjem se jasnije manifestiraju pri čemu roditelji mogu često prepoznati simptome otežanog disanja ili kašlja pri naporu. Kod djece koja izbjegavaju ili gube interes za vježbanje ili fizičke aktivnosti, važno je razmotriti da bi astma mogla biti temeljni problem. Neka djeca u ovoj dobnoj skupini će imati malo svakodnevnih simptoma, ali će imati teške napade astme kao odgovor na specifične okidače, poput hladnog vremena, dima cigareta ili sezonskih alergija, a ponekad su i psihosomatski poremećaji (stresovi) također okidači (Aberle, 2014; Trivedi i Denton, 2019; Haktanir Abul. i Phipatanakul, 2019).

Od dvanaeste do osamnaeste godine, velik utjecaj na dječju astmu ima pubertet i to posebno u odnosu na spol. Prije puberteta, rizik od astme je veći kod dječaka. U vrijeme puberteta, rizik od astme je otprilike jednak kod dječaka i djevojčica, a nakon puberteta, djevojčice imaju veći rizik od astme. Neke od ovih razlika mogu se objasniti razlikama u razvoju dišnih puteva između spolova. Poznate razlike u astmi između spolova također mogu biti posljedica drugih čimbenika kao što su hormonski učinci, genetska osjetljivost, imunološki odgovor i slično (de Benedictis i Bush, 2017). Simptomi u ovoj dobnoj skupini su uglavnom otežano disanje pri naporu, zviždanje, stezanje te bol u prsima kao odgovor na okidače i kašalj. U ovoj dobi, simptomi astme mogu značajno utjecati na san, školu, sport i društveni život djeteta. Djeca su svjesnija simptoma u ovoj dobi i često osjećaju sram oko korištenja inhalatora, što često zna dovesti do nedovoljnog liječenja simptoma astme .

Remisija je česta u adolescenciji, s varijabilnim stopama remisije od 16-60%. Čimbenici koji su povezani s povećanom vjerojatnošću remisije astme uključuju muški spol, blaže simptome i manju upalu dišnih puteva prije adolescencije te odsutnost alergijske senzibilizacije (Trivedi i Denton, 2019; Haktanir Abul i Phipatanakul, 2019).

Što se tiče prepoznavanja napada astme, on se očituje kroz simptome opstruktivnog respiratornog sindroma, poput zviždanja u prsima i otežanog disanja. Iako može nastupiti iznenada, napadu astme često prethode simptomi poput kihanja, kašlja, promjene ponašanja, nesаницe, gubitka apetita, uznemirenosti i neraspoloženja. Ove simptome treba tretirati kao rane indikacije bolesti. Ukoliko je povezan s infekcijom, napad može biti sporiji i trajati duže. Dijete koje doživljava astmatski napad obično je uznemireno, ima otežano disanje, širi nosnice, uvlači meko tkivo prsa i suho kašlje, što kasnije može preći u kašljanje sluzavog sekreta. Djeca do dvije godine mogu pokazivati simptome poput širenja nosnica i uvlačenja dijela tijela poput grla i žličice (epigastrija). Starija djeca često sjede nagnuta prema naprijed s podignutim ramenima i žale se na bolove u gornjem dijelu trbuha, dok se kod izdisaja često čuju zvukovi

poput hropaca. Uz razvoj hiperinflacije pluća, grudni koš može biti proširen, plućni zvuk postaje glasniji, disanje postaje oslabljeno i tiše. U stanjima teške opstrukcije, protok zraka i brzina su smanjeni, zbog čega zviždanje u prsima nestaje. Dijete tada postaje tahikardično te može doći do umjerenog visokog krvnog tlaka koji kasnije prelazi u niski krvni tlak. Gastrointestinalni simptomi, kao što su bolovi u gornjem dijelu trbuha, mučnina i povraćanje često prate napade teškog disanja (Ahel i Hadžibeganović, 2005; Kosinac, 2011; Gagro, 2011). Primarni ciljevi u upravljanju i liječenju astme kod djece su postizanje dobre kontrole simptoma, održavanje normalne funkcije pluća, omogućavanje normalne tjelesne aktivnosti i minimiziranje rizika od napadaja astme. Također, vrlo važni i ključni za učinkovito liječenje astme su dobra komunikacija, partnerski odnos između pacijenta (djeteta), djetetovih roditelja s jedne strane te liječnika, kineziologa i/ili trenera s druge strane. Dakako, ovi napadi astme mogu biti dosta dramatični za dijete te zbog roditelji trebaju obavijestiti kineziologa u školi i/ili na treningu kako bi se znali snaći u ovakvim situacijama (Turkalj i Vlašić Lončarić, 2023).

### **2.1.1. Nove smjernice u liječenju astme u djece**

S obzirom na nove GINA smjernice (2023), liječenje astme treba biti individualizirano, odnosno prilagođeno pacijentu, kontrola se treba provoditi u ciklusima procjena – liječenje – pregled. Procjena treba uključivati kontrolu simptoma, čimbenike rizika za pogoršanje, nuspojave lijekova, funkciju pluća, povezane bolesti, vještine samokontrole, sklonosti i zadovoljstvo pacijenta i roditelja. Liječenje treba biti holističko i ne treba uključivati samo primjenu lijekova, nego i identifikaciju i izbjegavanje čimbenika rizika, kontroliranje okoliša, liječenje povezanih bolesti te edukaciju roditelja i djece, posebno vezano za tehniku inhaliranja.

Za djecu od šest do jedanaest godina GINA smjernice (2023) dodaju nove mogućnosti liječenja u stupnjevima 3. i 4., gdje se preporučuje tzv. SMART (*single maintenance and reliever therapy*) opcija, odnosno terapija održavanja i ublažavanja. Naglašena je važnost uzimanja ICS-a svaki put kada se uzima SABA, što se smatra boljom opcijom od samo uzimanja SABA. Iako se 50-75% djece i adolescenata klasificira kao oni s blagom astmom, 30-40% svih teških pogoršanja bolesti javlja se upravo u ovoj skupini. Koristeći inhalacijske kortikosteroide i izbjegavajući terapiju koja se sastoji samo od kratkodjelujućeg beta-2 agonista po potrebi, rizik od pogoršanja astme se smanjuje. Prema izvješću, preporučuje se da djeca u dobi od šest do jedanaest godina koja pokazuju simptome manje od dva puta mjesečno koriste inhalacijske kortikosteroide svaki put kada im se propisuju kratkodjelujući beta-2 agonisti kao hitna terapija. S patofiziološke strane, dokazi potvrđuju da inhalacijski kortikosteroidi pojačavaju ekspresiju beta-2-adrenergičkih receptora u respiratornom traktu, čime se pomaže sprječavanje teških

pogoršanja. Ako se simptomi astme javljaju rjeđe od svaki dan, najmanje dva puta mjesečno, kao održavajuća terapija se preporučuju ICS. Terapija održavanja i ublažavanja uključuje upotrebu kombinacije ICS-a i formoterola u vrlo niskim ili niskim dozama. U GINA izvješću se za liječenje pogoršanja astme preporučuje izbjegavanje isključive upotrebe samo kratkodjelujućih SABA i SAMA bronhodilatatora, bez obzira na dob. Umjesto toga, se preferira primjena kombinacije ICS-a i dugodjelujućih beta-2 agonista – LABA i LAMA (GINA, 2023).

### **3. Upravljanje i kontrola astme pomoću tjelesne aktivnosti i vježbanja**

#### **3.1. Dobrobiti tjelesne aktivnosti i vježbanja na oboljele od astme**

Tjelesna aktivnost je izrazito važna za djecu jer uz poticanje razvoja zdravog kardiorespiratornog sustava utječe i na mentalno zdravlje te socijalizaciju djeteta. Za djecu i adolescente (od 5. do 17. godine) preporučuje se barem 60 minuta umjerene do intenzivne tjelesne aktivnosti dnevno, uključujući intenzivne aerobne aktivnosti i vježbe jakosti barem tri dana u tjednu, uz ograničenje vremena provedenog u sjedilačkim aktivnostima, posebno pred ekranima (WHO, 2022). Prije gotovo pedeset godina, dok se još slijedio tradicionalni stav da djeca s astmom trebaju biti pošteđena od tjelesne aktivnosti i sporta, se često događalo da otežano disanje koje djeca iskuse pri tjelesnom naporu te strah od napada astme dovedu do izbjegavanja tjelesne aktivnosti. Posljedično je to dovelo do sjedilačkog načina života, manje tjelesne aktivnosti i smanjenja kvalitete života djece astmatičara, što potvrđuju i novije studije (Van der Kamp i suradnici, 2019). Tradicionalno razmišljanje o astmi sugeriralo je također da vježbanje većeg intenziteta, vježbanje u hladnim okruženjima i/ili trening izdržljivosti mogu povećati rizik od hiperreaktivnosti bronhija (EIB- *exercise induced bronchoconstriction*) i astme izazvane vježbanjem (EIA- *exercise induced asthma*). Razlog koji se navodi za ovu pretpostavku je povećano disanje na usta, čime se povećava izloženost dišnih puteva alergenima i zagađivačima (Bonini i Silvers, 2018). Iako je došlo do značajnijih znanstvenih spoznaja o pozitivnom utjecaju tjelesne aktivnosti na astmu, ovaj problem postoji u manjoj mjeri i danas, osobito kod djece koja boluju od teške astme. Neka istraživanja su pokazala kako roditelji također znaju izbjegavati uključivanje svoje djece u organizirane sportske aktivnosti iz straha da bi takve aktivnosti mogle negativno utjecati na njihovo zdravlje (Lang i suradnici, 2004; Dantas i suradnici, 2014; Kornblit i suradnici, 2018). Slično, jedna studija provedena u osnovnim školama je pokazala kako je malo učitelja svjesno činjenice da učenici s astmom ne moraju izbjegavati tjelovježbu (Bruzese i suradnici, 2010). Druge prepreke koje sprječavaju ovu skupinu pacijenata u bavljenju tjelesnom aktivnošću su strah od pogoršanja simptoma i loše pridržavanje liječenja, pri čemu je vjerojatnije da će bolesnici s težom astmom smatrati tjelovježbu štetnom (Winn i suradnici, 2017).

Djeca oboljela od astme obično tijekom vježbanja znaju prijavljivati simptome i imati nižu toleranciju na vježbanje. Ovo je povezano s nekoliko čimbenika poput stupnja opstrukcije dišnih puteva u mirovanju, smanjenog ventilacijskog kapaciteta, izraženijeg osjećaja otežanog disanja te mogućeg napada astme izazvane vježbanjem (Sanz-Santiago i suradnici, 2020). No, iako tjelesna aktivnosti i vježbanje mogu izazvati bronhokonstrikciju izazvanu vježbanjem s astmom, GINA smjernice (2023) navode tjelesnu aktivnost kao jednu od nefarmakoloških tretmana. Pri tome se navodi da ne postoje dokazi prema kojima je ijedna tjelesna aktivnost superiornija od druge, ali se u smjernicama za djecu i mlade posebno izdvaja plivanje uz određene mjere opreza (vidi poglavlje 3.3.).

Tjelesna aktivnosti i vježbanje su zbog svojih brojnih zdravstvenih koristi danas prepoznate kao potencijalno značajna terapijska intervencija u upravljanju i kontroli astme. Ovo potvrđuje i većina studija o tjelesnoj aktivnosti i vježbanju djece s astmom koje pokazuju pozitivne učinke programa vježbanja na: smanjivanje simptoma astme, poboljšanje kapaciteta vježbanja, FEV1-a, FVC-a, maksimalne potrošnje kisika (VO<sub>2</sub>max), kardiovaskularne funkcije te kvalitete života općenito. Osim poboljšanja kontrole astme, uključivanjem u tjelesne aktivnosti poboljšava se i opće zdravstveno stanje, dok se istovremeni zdravstveni rizici povezani s nedostatkom tjelesne aktivnosti mogu smanjiti na minimum (Wanrooij i suradnici, 2015; Stoodley i suradnici, 2019; Sanz-Santiago i suradnici, 2020; Kuder i suradnici, 2021). Jedna pregledna studija iz 2013. je primjerice utvrdila da tjelovježba pruža poboljšanje kvalitete života povezane s astmom za 17%, poboljšanje funkcije pluća za 3% i dodatnih devet dana mjesečno bez simptoma (Eichenberger i suradnici, 2013). Kod nekoliko studija nailazimo na oprečne rezultate u vezi spomenutog poboljšanja funkcije pluća. Primjerice, dok autor Lu i suradnici (2018) navode kako redovito vježbanje nema značajan utjecaj na funkciju pluća, autori Abdelbasset i suradnici (2018) su pokazali značajan porast FEV1-a i FVC-a kod djece astmatičara nakon deset tjednog treninga. Općenito, tjelesna aktivnost ublažava sistemsku upalu, a tome u prilog idu i brojni dokazi o korisnosti tjelovježbe u vidu smanjenja broja hospitalizacije, učestalosti zviždanja u prsima, izostanaka djece iz škole, konzultacija s liječnikom i uzimanja lijekova. Ostali sustavni pregledi su pronašli različite rezultate u odraslim i pedijatrijskim populacijama, uključujući povećanje aerobne spremne, bez promjene u frakcijskom izlučivanju dušikovog oksida ili bronhijalnoj hiperreaktivnosti (Kuder i suradnici, 2021). Noviji pregledni rad autorica Jandroković, Toljan i Crnković (2020) ukazuje na to da trening inspiratornih mišića kod astmatičara može smanjiti otežano disanje, povećati snagu inspiratornih mišića i poboljšati sposobnost vježbanja. Autorice ističu da tjelesna aktivnost



može izazvati fiziološke promjene, uključujući smanjenje brzine disanja, smanjenje dinamičke hiperinflacije pluća, promjene u markerima upale te pridonijeti psihološkom učinku treninga. Utvrđeno je također kako astmatičari koji nisu tjelesno aktivni češće borave u bolnici u usporedbi s astmatičarima koji se povremeno bave vježbanjem, unatoč sličnom stupnju težine bolesti. Osim navedenog, redovna tjelesna aktivnost donosi dodatne prednosti djeci s astmom jer pozitivno utječe na odnos astme i pretilosti (Leinaar i suradnici, 2016). Podaci su pokazali smanjenje indeksa tjelesne mase (BMI), poboljšanje u maksimalnoj kondiciji i kvaliteti života pretilih djece koja boluju od astme (Lucas i suradnici, 2018). Naime, djeca koja su tjelesno aktivna u svakodnevnom životu imaju bolju kvalitetu života, što naglašava važnost promicanja i praćenja tjelesne aktivnosti kod djece s astmom.

### **3.2. Bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem s astmom (EIA/EIBa)**

Kao što je već navedeno u prethodnom poglavlju, tjelesna aktivnost kod djece koja boluju od astme može imati zdravstvene prednosti te općenito može poboljšati kvalitetu života djece s astmom. S druge strane, intenzivna vježba može izazvati simptome dišnih puteva zbog visokih zahtjeva koje postavlja na respiratorni sustav te izlaganjem djeteta povećanim količinama inhaliranih alergena, zagađivača, iritansa i nepovoljnih okolišnih uvjeta. Nadalje, intenzivan trening može uzrokovati prolazno stanje imunološke regulacije koje je klinički povezano s povećanom prevalencijom atopije i virusnih infekcije gornjih respiratornih puteva. Oboje navedeno predstavlja relevantne čimbenike rizika za nastanak i pogoršanje astme (Bonini i Silvers, 2020). U ovom poglavlju ćemo se stoga baviti astmatičnim napadom izazvanim tjelesnim opterećenjem, poznatim pod nazivom astma izazvana vježbanjem, odnosno bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem s astmom. Ovo stanje se opisuje kao prolazno sužavanje dišnih putova koje se javlja tijekom ili nakon tjelesnog napora, odnosno intenzivne vježbe. Za kineziologe je važno napomenuti kako uvođenje i primjena bilo kojeg oblika tjelesne aktivnosti kod astme zahtijeva visoku razinu stručnosti, kao i oprez i stalno praćenje zbog mogućnosti ponovljenih komponenti akutnog napada.

Jedna od prvih definicija, uz Areteja Kapadohijskog<sup>4</sup> iz 1. stoljeća, dana je u časopisu *The British Journal of Diseases of the Chest* šezdesetih godina prošlog stoljeća od strane autora Jonesa, Bustona i Whartona (1962). Oni su u svome radu koristili test trčanja te pokazali kako kod djece s astmom: 1. tjelovježba ima dva sasvim različita učinka na funkciju ventilacije kod djeteta s astmom, ovisno o njezinom trajanju; 2. vježba kratkog trajanja od 1 do 2 minute,

---

<sup>4</sup> Poznata rečenica koju je izjavio bila je: "Ako od trčanja, gimnastike ili bilo kojeg drugog napora, disanje postane teško, to se naziva astma." (Greiwe i suradnici., 2020)

dovodi do povećanja FEV1-a nakon završetka vježbe; 3. dugotrajno vježbanje od 8 do 12 minuta, dovodi do smanjenja FEV1 koji doseže minimalnu vrijednost između 1 i 5 minuta nakon vježbanja, a zatim se brzo povećava prema razini mirovanja. Razina tjelovježbe određuje stupanj do kojeg su izazvani ovi ventilacijski učinci; 5. I povećanje i smanjenje mogu se minimizirati ili poništiti preliminarnom bronhodilatacijom izoprenalin sulfatom. Ovo sugerira da je navedeno posljedica promjena u otporu dišnih putova izazvanim bronhodilatacijom ili bronhokonstrikcijom u bronhima koji su već u određenoj mjeri suženi (Jones, Bustona i Whartona, 1962). Često se termini EIA (*exercise induced asthma*) i EIB (*exercise induced bronchoconstriction*), odnosno bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem koriste kao bliski termini ili sinonimi. Na koncu je između Američke akademije za alergiju, astmu i imunologiju (AAAAI), Američkog fakulteta za alergiju, astmu i imunologiju (ACAAI) i Zajedničkog vijeća za alergiju, astmu i imunologiju (JCAAI) postigao konsenzus da se termin „EIB s astmom“ koristi za bronhokonstrikciju izazvanu vježbanjem s kliničkim simptomima astme, a „EIB bez astme“ za akutnu opstrukciju protoka zraka bez simptoma astme. Dakle, EIB se može uočiti kod pojedinaca sa i bez klinički dijagnosticirane astme na temelju spirometrije (Del Giacco i suradnici, 2015). Novija literatura navodi kako izraz astma izazvana vježbanjem - EIA više nije preferiran jer bi mogao netočno implicirati da vježba uzrokuje, umjesto da pogoršava ili izaziva, napadaj astme. Stoga se umjesto toga, astma izazvana vježbanjem sada naziva bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem s astmom (EIBa), dok je bronhokonstrikcija izazvana vježbanjem bez astme, nazvana EIB (Gerow i Bruner, 2020). Također, bolesnici s EIBa imaju povijest astme koja se pogoršava vježbanjem, dok bolesnici s EIB-om nemaju povijest astme, a osjećaju simptome astme samo tijekom tjelovježbe (Greiwe i suradnici, 2020). Bez daljnjeg ulaženja u definiranje razlika između ova tri pojma, u ovom radu će se koristiti termin EIA/EIBa<sup>5</sup>, a podrazumijevat će bronhokonstrikciju izazvanu vježbanjem s astmom.

Istraživanja pokazuju da se EIA/EIBa pojavljuje kod 40% do 90% osoba s dijagnozom astme i kod do 20% osoba koje nemaju astmu. Ovo stanje je rezultat akutnog velikog povećanja količine zraka koji ulazi u dišne putove tijekom vježbanja, što zahtijeva zagrijavanje i ovlaživanje zraka. U osjetljivih osoba, ovo može dovesti do upalnih, neuronskih i vaskularnih promjena koje na kraju uzrokuju kontrakciju glatkih mišića bronha. Simptomi koji se javljaju uključuju dispneju, kašalj, stezanje i piskanje u prsima i povećanu proizvodnju sluzi (Aggarwal, Mulgirigama i Berend, 2018). Najmanje 5-8 minuta neprekidnog visokog

---

<sup>5</sup> U daljnjem tekstu umjesto punog naziva i akronima na engleskom koristit će se samo akronim EIA/EIBa.

intenziteta vježbanja je potrebno da se razvije bronhokonstriksijski odgovor izazvan vježbanjem. EIA/EIBa se obično razvija unutar 15 minuta nakon barem 5-8 minuta visoko intenzivnog aerobnog treninga (>85% maksimalne voljne ventilacije), iako se može pojaviti i tijekom vježbanja te spontano prolazi unutar 60 minuta. Nakon epizode EIA/EIBa, često postoji refraktorni period od oko 1-3 sata tijekom kojeg, ako se vježbanje ponovi, bronhokonstrikcija je manje naglašena (Bonini i Silvers, 2020).

Djeca i adolescenti su češće pogođeni nego odrasli, a EIA/EIBa je također osobito česta kod sportaša, osoba s rinitisom i osoba koje su preboljele respiratorne infekcije. Glavni čimbenici koji utječu na EIA/EIBa, prema osmotskoj i termalnoj teoriji, su povećanje osmolariteta dišnih puteva uslijed gubitka vode tijekom disanja i vazodilatacija koja je povezana s procesom ponovnog zagrijavanja dišnih puteva (Gerow i Bruner, 2020; Bonini i Silvers, 2020).

Intenzitet simptoma astme tijekom tjelesne aktivnosti može varirati ovisno o nizu čimbenika. Prvo, duljina i intenzitet tjelesne aktivnosti igraju ključnu ulogu - simptomi se pojačavaju s povećanjem intenziteta i trajanja aktivnosti. Drugo, vrsta napora također utječe na simptome. Naime, konstantno opterećenje uzrokuje jače simptome nego postupno povećanje opterećenja ili intervali različitih intenziteta. Treće, okolišni uvjeti mogu značajno utjecati na simptome. Hladan i suh zrak uzrokuje jače simptome nego topao i vlažan, a izloženost alergenima poput peludi ili grinja također može uzrokovati pogoršanje simptoma. Četvrto, struktura opterećenja, odnosno zagrijavanje prije treninga i postupno smanjenje intenziteta na kraju treninga, može smanjiti jačinu simptoma. Naposljetku, karakteristike pojedinca, uključujući opću kondiciju i stanje astme, također utječu na simptome. Osobe s boljom općom kondicijom i oni s blažim ili adekvatno tretiranim oblicima astme imaju manje simptoma, dok dodatne bolesti dišnih putova mogu pogoršati simptome (Macan i Romić, 2012).

Standardizirano testiranje za dijagnozu uključuje izravne i neizravne metode i obično uključuje spirometrijsko mjerenje promjena FEV1 od bazalne vrijednosti izražene kao postotni pad. Neizravno testiranje, koje je specifičnije za EIA/EIBa, može uključivati aerobnu vježbu u kontroliranom okruženju s hladnim, suhim zrakom, jer se zna da ti uvjeti izazivaju EIA/EIBa kod osjetljivih pojedinaca. Ostale metode testiranja vježbanja uključuju eukapničku voljnu hiperventilaciju (EVH test) i testiranje provokacije dišnih putova, uključujući hipertoničnu fiziološku otopinu, manitola ili metakolina, koji djeluju na dehidraciju respiratornog epitela da bi izazvali EIA/EIBa (više pogledati pod poglavljem 2. Astma: dijagnoza). Prema preporukama Američkog torakalnog društva, testiranje, poznato kao spiroergometrijski test, provodi se u kontroliranom suhom okruženju kako bi se potvrdila

prisutnost EIA/EIBa. Test uključuje vježbanje s intenzitetom od 80% do 90% maksimalnog za određenu dob, u uvjetima temperature zraka od 20°C do 25°C i relativne vlažnosti manje od 50%. Vježba se izvodi trčanjem na pokretnoj traci tijekom perioda od 6 do 8 minuta. Prije testiranja, potrebno je izbjegavati unos kofeina i osigurati da se ne ulazi u refraktorni period. Serijska mjerenja spirometrije, posebno FEV1, bilježe se tijekom vježbanja na 5,10,15 i 30 minuta. Pad FEV1 od 10% ili više je dijagnostički za EIA/EIBa, s blagom od 10% do manje od 25%, umjerenom od 25% do manje od 50% i teškom kod 50% ili više (Parsons i suradnici, 2013).

Liječenje EIA/EIBa istovjetno je liječenju astme uzrokovane bilo kojim drugim čimbenikom i nalazi se detaljno opisano u poglavlju 2. Astma: liječenje i edukacija. Važno je napomenuti da se kod prevencije pojave simptoma EIA/EIBa ili smanjenja njihovog intenziteta, deset minuta prije aktivnosti preporučuje uzeti SABA-e te niske doze ICS-formoterola (GINA, 2023).

Također, od nefarmakoloških mjera preporuča se edukacija kineziologa, roditelja, sportskih liječnika i djece, prilagođavanje strukture treninga sa zagrijavanjem na početku i hlađenjem na kraju treninga, odnosno postepenim povećanjem i smanjenjem intenziteta opterećenja, prikladno okruženje u kojem se trenira te pravilan odabir treninga i sportskih aktivnosti (Macan i Romić, 2012).

### **3.3. Vrste treninga i sportskih aktivnosti prema dobrobitima i riziku**

Što se tiče vrste tjelesne aktivnosti, plivanje se dugo smatralo sigurnom i preporučenom sportskom aktivnošću za djecu s astmom. Kao razlog se navodi vlažnost zraka u blizini vode koja omogućuje dišnim putevima oslobađanje od velike količine sekreta te time i njihovu bolju prohodnost. Također, tu je i smanjeno izlaganje alergenima poput peludi kod plivanja u zatvorenom prostoru. Iako nisu utvrđene statistički značajne razlike između plivanja i drugih vrsta tjelesnih aktivnosti na kvalitetu života, kontrolu astme, pogoršanja i upotrebu lijekova, pokazalo se da plivanje povećava FEV1, FVC, funkciju pluća i kardiovaskularnu kondiciju (Kosinac, 2011; Beggs i suradnici, 2013; Geiger i Henschke, 2014). Međutim, unatoč konfliktnim podacima, utvrđeno je povećanje rizika od napada EIA/EIBa kod plivanja i boravka u bazenu te je dokazana povezanost između broja kloriranih bazena u zemlji i prevalencije astme u djetinjstvu, neovisno o uvjetima okoliša i socioekonomskom statusu ispitanika (Andersson i suradnici, 2015; Mountjoy i suradnici, 2015; Valeriani i suradnici, 2017). Bernard Nickmilder i Dumont (2015) su izvijestili da je razvoj astme tijekom adolescencije jasno povezan s kumulativnim posjetima bazenu prije sedme godine djetetovog života. Smatra se da su ovi nalazi rezultat ponovljenih epizoda hiperventilacije zajedno s izloženošću derivatima na

bazi klora, koji se često koriste za dezinfekciju bazena, poput trikloramina. Macan i Romić (2012) potvrđuju navedeno te navode kako se astma često pojavljuje među sportašima plivačima nakon nekoliko godina intenzivnih treninga, a uzrokovana je čestim periodima hiperventilacije kod plivanja te udisanjem klornih spojeva.

Što se tiče vrste, odnosno primjene aerobnog i anaerobnog treninga, autori Sanz-Santiago i suradnici (2020) su potvrdili da kombinirani trening koji uključuje vježbe s otporom skupa s aerobnim treningom poboljšava kardiorespiratorni fitness i mišićnu jakost kod djece i adolescenata koji boluju od astme. Među glavne čimbenike za koje se čini da doprinose većoj učinkovitosti kardiorespiratornog fitnessa djece s astmom je odgovarajući intenzitet kao i učestalost i trajanje treninga, o čemu će biti više riječi kasnije.

S obzirom da su vrsta, intenzitet i trajanje treninga povezani s pojavom bronhijalnih simptoma, hiperreaktivnosti dišnih putova i EIA/EIBa, prilikom uključivanja djece s astmom u sportske aktivnosti bitno je pažljivo odabrati odgovarajuću. U Tablici 2. vidljive su tri kategorije sportskih aktivnosti prema riziku za djecu astmatičare, a podijeljene su na sportske aktivnosti visokog, umjerenog i niskog rizika.

*Tablica 2. Sportske aktivnosti prema riziku za astmatičare*

<b>Sportske aktivnosti visokoga rizika za astmatičare</b>	<b>Sportske aktivnosti umjerenoga rizika za astmatičare</b>	<b>Sportske aktivnosti niskog rizika za astmatičare</b>
<p>Svi sportovi u kojima vježba traje &gt;5–8 min i/ili je izvedena u posebnim okruženja (npr. suhi/hladan zrak, klorirani bazeni)</p> <p>Atletika:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• duge udaljenosti (5000 i 10 000 m)</li> <li>• 3000 m s preponama</li> <li>• hodanje (20 i 50 km)</li> <li>• maraton</li> </ul> <p>Biciklizam Veslanje Skijaško trčanje Skijaški spust Hokej Klizanje</p>	<p>Timski sportovi gdje kontinuirana vježba rijetko traje više od 5 do 8 min</p> <p>Nogomet Ragbi Američki nogomet Košarka Odbojka Rukomet Bejzbol Kriket Hokej na travi</p>	<p>Svi sportovi u kojima vježba traje &lt;5–8 min</p> <p>Atletika:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sprint (100, 200 i 400 m)</li> <li>• srednja udaljenost (800 i 1500 m)</li> <li>• prepone (100, 110, 400 m)</li> <li>• skokovi</li> <li>• bacanja</li> <li>• desetboj</li> <li>• sedmoboj</li> </ul> <p>Tenis Mačevanje Gimnastika Streljaštvo Boks</p>

Visinski sportovi (alpinizam, padobranstvo, paraglajding) Triatlon Petoboj Plivanje, Vaterpolo <sup>6</sup>		Golf Borilačke vještine
--	--	----------------------------

Legenda: objašnjenje tablice. Podaci su djelomično preuzeti i prilagođeni iz „Exercise and asthma: an overview“, S.R. Del Giacco, 2015, *European Clinical Respiratory Journal*, 2(1), str. 5., i „Exercise-Induced Bronchoconstriction“ M. Bonini i W. Silvers, 2018, *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 38(2), str. 5

Sportske aktivnosti visokog rizika su one aktivnosti gdje vježbanje traje više od pet do osam<sup>7</sup> minuta, odnosno aktivnosti povezane s produljenom hiperventilacijom na otvorenom, okolišnim čimbenicima poput hladnog i suhog zraka ili klornih spojeva te visokom nadmorskom visinom gdje je atmosferski i parcijalni tlak kisika niži (količina kisika u zraku je smanjena). Umjerenim rizikom se smatraju sportske aktivnosti u kojima postoje izmjene aerobnoga i anaerobnoga opterećenja trajanja ispod 5 minuta (Macan i Romić 2012; Bonini i Silvers, 2018). Kod ekipnih igara, za djecu s astmom često su prikladniji sportovi poput odbojke i košarke jer uključuju hiperekstenzijske pokrete kombinirane s kratkotrajnim i brzim trčanjem. S druge strane, kod nogometa i rukometa najčešće je djetetu je potrebna dodatna doza bronhodilatatora. Bez obzira na to, sudjelovanje u kolektivnim igrama može pružiti veliko zadovoljstvo djetetu s astmom i imati značajan psihološki učinak. Dodatno, iskustva pokazuju da stmatičari koji sudjeluju u ekipnim igrama obično ne doživljavaju bronhoopstrukciju tijekom igre jer endogeni kateholamini koji se oslobađaju djeluju bronhodilatatorno (Kosinac, 2011). Sportske aktivnosti niskog rizika su one aktivnosti gdje vježbanje traje manje od 5 do 8 minuta, odnosno one koje ne zahtijevaju česte periode hiperventilacije. Dok Macan i Romić (2012) borilačke vještine i trčanje na 1500m stavljaju pod aktivnosti umjerenog rizika, Bonini i Silvers (2018) iste stavljaju pod one niskog rizika. Kosinac (2011) pak navodi da je za astmatično dijete sigurno trčati kratke trke poput sprinta na 40, 60 i 100m pri tome vodeći računa da dijete trči po osobnom ritmu.

<sup>6</sup> S obzirom da za plivanje i vaterpolo, kako je prethodno navedeno, postoje proturječni podaci, na temelju novije literature u tablici su stavljani pod sportske aktivnosti visokog rizika (Bonini i Silvers, 2018; Greiwe i suradnici, 2020).

<sup>7</sup> Jones, Buston i Wharton (1962) navode kako opterećenje koje traje manje od 4 minute izaziva proširenje bronhiola, odnosno bronhodilataciju, dok opterećenje dulje od 4 minute rezultira suženjem bronhiola, odnosno bronhokonstrikcijom.

### 3.4. Dijelovi, intenzitet, trajanje i učestalost treninga

Valja međutim napomenuti da GINA smjernice (2023), ali i brojni drugi navedeni radovi koji potvrđuju zdravstvene prednosti i pozitivan utjecaj tjelesne aktivnosti na astmu kod djece, ističu kako je prije provođenja same aktivnosti u svrhu sprječavanja EIA/EIBa potrebno voditi brigu o: 1) dobrom zagrijavanju prije vježbanja čime se postiže bronhodilatacija te povećanje perfuzije kod astmatičara 2) upotrebi SABA-e<sup>8</sup> (npr. salbutamol) te 3) upotrebi niskih doza ICS-formoterola deset minuta prije vježbanja (GINA 2023).

Što se tiče zagrijavanja, podaci su proturječni. Stickland i suradnici (2012) primjerice navode kako se najkonzistentnije i najučinkovitije slabljenje simptoma EIA/EIBa-a postizalo s intervalnim zagrijavanjem visokog intenziteta i promjenjivim intenzitetom zagrijavanja. S navedenim se slažu i Macan i Romić (2012) koji u svom radu navode implementaciju refrakternog perioda, odnosno 10-minutno zagrijavanje uz maksimalno opterećenje. Neka istraživanja potvrđuju da induciranje refrakternog perioda izvođenjem visoko intenzivne aktivnosti (77% do 93% HRmax) u trajanju od 10-15 minuta smanjuje EIA/EIBa u sljedeća dva sata. Smatra se da refraktorni period nastaje zbog povećanja bronhodilatacijskog antiinflamatornog prostaglandin E2 (PGE2) i/ili desenzibilizacije na medijatore bronhokonstrikcije (Parsons i suradnici, 2013; Kippelen, Anderson i Hallstrand, 2018). S druge strane Welsh, Kemp i Roberts (2005) govore o niskom do umjerenom intenzitetu kojim se postiže <75% HRmax.

Uobičajene preporuke za zagrijavanje za djecu astmatičare su:

- 1) Trajanje: zagrijavanje treba trajati oko 10-15 minuta.
- 2) Vrsta vježbe: potrebno je započeti s vježbama niskog intenziteta poput hodanja ili sporog trčanja. Ovo pomaže postupnom povećanju broja otkucaja srca i zagrijavanju mišića bez naglog stresa dišnog sustava.
- 3) Istezanje: nakon početnog zagrijavanja, potrebno je uključiti lagane vježbe istezanja kako bi se poboljšala fleksibilnost te kako bi se mišići pripremili za glavnu vježbu.
- 4) Postupno povećanje intenziteta: postupno povećavanje intenziteta vježbi zagrijavanja. To može značiti prijelaz s hodanja na sporo trčanje ili sa sporog trčanja na brže trčanje.
- 5) Zagrijavanje bi bilo dobro završiti s nekoliko minuta aktivnosti visokog intenziteta, poput trčanja ili skakanja, kako bi se tijelo potpuno pripremilo za nadolazeću aktivnost.

---

<sup>8</sup> SABA nakon inhalacije ima maksimalni učinak 20 minuta, a on može trajati četiri sata (Macan i Romić, 2012).

- 6) Lijekovi za astmu: ako dijete koristi inhalator prije vježbanja (kako mu je propisao liječnik), trebalo bi ga koristiti prije početka zagrijavanja jer se na taj način može pomoći u sprječavanju EIA/EIBa.
- 7) Praćenje simptoma: tijekom zagrijavanja je potrebno pratiti znakove nadolazećeg napadaja astme kod djeteta, poput piskanja, kašljanja ili nedostatka zraka. Ako se pojave ovi simptomi, dijete bi trebalo prestati vježbati i slijediti svoj akcijski plan za astmu (Morton i Fitch, 2011).

Osim zagrijavanja, kineziolozi trebaju voditi računa i o intenzitetu, trajanju i učestalosti vježbanja s djecom astmatičarima. Intenzitet vježbanja je važan jer je izravno povezan s ventilacijskim odgovorom. Stoga bi vježba koja omogućuje oporavak ventilacije trebala biti sigurnija. Potonje se posebice odnosi na visoko intenzivni intervalni trening - HIIT (*High-intensity interval training*). Kao što je prethodno navedeno, ovaj oblik aerobnog viskointenzivnog intervalnog treninga dobro podnose djece s astmom jer nakon kratkih intervala vježbanja visokog intenziteta slijede intervali oporavka koji omogućuju oporavak ventilacije (Council i suradnici, 2003; Sanz-Santiago i suradnici, 2020). Općenito, preporučuje se početi s niskim intenzitetom, koji se postupno povećava do odgovarajućeg intenziteta (70% - 80% HRmax). Kod intervalnog vježbanja, pri intervalu rada intenzitet bi na početku trebao iznositi 70% HRmax-a od maksimalnog broja otkucaja srca te se postupno povećavati do 90% HRmax-a. Kod intervala odmora broj otkucaja srca bi se trebao smanjiti na 50% do 60% od maksimuma. Ako se koristi metoda kontinuiranog vježbanja, intenzitet rada bi se trebalo postupno povećavati sve do 85% HRmax-a (Kosinac, 2011; Morton i Fitch, 2011). Što se tiče trajanje i učestalost vježbanja, svaka sesija trebala bi trajati između 20 i 60 minuta, a adekvatno je 3-5 puta tjedno. Inicijalno, djeca koja teže prilagođavaju mogu ograničiti sesije na 20 minuta, ali bi cilj trebao biti povećanje trajanja treninga na najmanje 30 minuta. Ako je dijete teže prilagodljivo i redovno ima simptome EIA/EIBa, preporučuje se program započeti kontinuiranim hodanjem, jer to ima nisku astmogeničnost i priprema mišiće za buduće vježbanje većeg intenziteta. Kako se razina kondicije poboljšava, posebno mišićno-koštanog sustava, intenzitet se može povećati prelaskom na intervalni trening niskog intenziteta koji se sastoji od hodanja i trčanja, a kasnije kontinuiranog trčanja. Potom se može preći na vježbanje visokog intenziteta, koristeći intervale treninga od 10-30 sekundi, praćene periodima odmora od 30-90 sekundi. Brojni timski sportovi su idealni jer zahtijevaju prekidni obrazac potrošnje energije. Kod djece s astmom, tijekom vježbanja, omjer između rada i odmora idealno bi trebao biti 1:2. Općenito, propisivanje treninga za pojedinca trebalo bi se temeljiti na vrstama vježbi koje dijete preferira jer redovito sudjelovanje u fitness programima osigurava djetetu određenu



razinu užitka i stoga se preporučuju aerobne aktivnosti koje su djeci ujedno zanimljive. Na kraj treninga potrebno je odraditi hlađenje (*warm-down* ili *cool-down*). To se može postići nastavkom laganih ritmičkih aktivnosti poput hodanja koju treba održavati 5 do 8 minuta dok se puls ne vrati na razinu prije vježbanja (unutar otprilike 20 otkucaja u minuti). Hlađenje trebao bi trebalo završiti ponavljanjem vježbi za fleksibilnost izvedenih tijekom zagrijavanja (Kosinac, 2011; Morton i Fitch, 2011; Macan i Romić, 2012, West i suradnici, 2019).

Na kraju ovog stručnog rada, na temelju istraživanja koja obuhvaćaju djecu koja boluju od astme, dat ćemo sljedeće prijedloge i razmatranja vezana za vježbanje koje su sažeto prikazali autori West i suradnici (2019):

- 1) Aerobni trening: djeca s dobro kontroliranom astmom koja koriste svoje lijekove prije vježbanja trebala bi izvoditi 60 minuta umjerene do žustre tjelesne aktivnosti svaki dan. Oni koji su u lošijoj kondicijskoj spremi ili koji imaju suboptimalnu kontrolu astme, trebali bi započeti s nižim intenzitetom i kraćim trajanjem, ali postupno povećavati kako bi ispunili smjernice. Izbor načina aerobne aktivnosti je od kritične važnosti. Oni koji loše podnose hladan, suhi zrak trebali bi izbjegavati vježbanje na otvorenom tijekom zime, ili sportove poput hokeja na ledu i klizanja, dok oni osjetljivi na mirise i kemikalije mogu odlučiti izbjegavati plivanje u kloriranom bazenu. Djeca koja su osjetljiva na alergene iz okoliša trebalo bi izbjegavati vježbanje na otvorenom, posebno u proljeće.
- 2) Anaerobni trening: anaerobna vježba obično izaziva značajno povećanje ventilacije i vjerojatno će izazvati simptome astme, osim ako se ne izvodi na način sličan HIIT-u, jer takav protokol vježbanja omogućava oporavak ventilacije.
- 3) Trening s otporom: nema dokaza koji bi sugerirali da je trening s otporom nesiguran za djecu s astmom. Zapravo, trening s otporom može biti siguran jer vježbe otpora niskog do umjerenog intenziteta ne povećavaju značajno ventilaciju, a stoga je malo vjerojatno da će izazvati bronhokonstrikciju. Nadalje, fiziološke adaptacije koje proizlaze iz vježbi otpora vjerojatno će poboljšati toleranciju na druge svakodnevne aktivnosti. Program vježbanja otpora može započeti 2-3 puta tjedno u nekonsekutivne dane. Djeca bi trebala početi s 1-2 seta i 8-15 ponavljanja s umjerenim radnim opterećenjima.
- 4) Trening fleksibilnosti i mobilnosti: djeca s astmom mogu sudjelovati u treningu fleksibilnosti poput joge jer je malo vjerojatno da će izazvati respiratorne simptome. Međutim, treba napomenuti da postoje mali dokazi o specifičnim koristima za treninga fleksibilnosti i mobilnosti na astmu kod djece.

## 4. Zaključak

Djeca s kroničnom bolešću kao što je astma pokazuju specifične patofiziologije koje svaka na svoj jedinstven način doprinose (in)toleranciji na tjelesnu aktivnost i vježbanje. Tako djeca oboljela od astme obično tijekom vježbanja znaju prijavljivati simptome te su često manje tjelesno aktivna od zdrave djece. Međunarodne smjernice za tjelesnu aktivnost sugeriraju da bi djeca trebala provoditi 60 minuta umjerene do intenzivne tjelesne aktivnosti dnevno, uključujući intenzivne aerobne aktivnosti i vježbe jakosti barem tri dana u tjednu, uz ograničenje vremena provedenog u sjedilačkim aktivnostima, posebno pred ekranima. Tjelesna aktivnosti i vježbanje su zbog svojih brojnih zdravstvenih koristi danas prepoznate kao potencijalno značajna terapijska intervencija u upravljanju i kontroli astme. Ovo potvrđuje i većina prikazanih studija o tjelesnoj aktivnosti i vježbanju djece s astmom koje pokazuju pozitivne učinke programa vježbanja na smanjivanje simptoma astme, poboljšanje kapaciteta vježbanja, FEV1-a, FVC-a, maksimalne potrošnje kisika (VO<sub>2</sub>max), kardiovaskularne funkcije te kvalitete života općenito. Osim poboljšanja kontrole astme, uključivanjem u tjelesne aktivnosti poboljšava se i opće zdravstveno stanje, dok se istovremeni zdravstveni rizici povezani s nedostatkom tjelesne aktivnosti mogu smanjiti na minimum. Također, najnovije GINA smjernice iz 2023. godine navode tjelesnu aktivnost kao jednu od nefarmakoloških tretmana, ali se pri tome navodi da ne postoje dokazi prema kojima je ijedna tjelesna aktivnost superiornija od druge. Međutim, ove smjernice ne uzimaju u obzir određene čimbenike bolesti koji doprinose netoleranciji na vježbanje kod kroničnih bolesti i nisu specifične za astmu niti daju specifične upute oko kineziološke organizacije i provedbe trenažnog procesa za djecu astmatičare.

Stoga se u ovom radu pokušala obuhvatiti literatura u kojoj se daju smjernice za kineziologe i trenere za tjelesnu aktivnost kod djece s astmom, uzimajući u obzir sigurnost vježbanja, učestalost, intenzitet, duljinu i vrstu tjelesne i sportske aktivnosti. Prvenstveno, kineziolozi i treneri trebaju moći prepoznati eventualni astmatski napad i općenito bili upoznati sa specifičnostima ove bolesti kod djece. Što se tiče prepoznavanja napada astme, on se očituje kroz simptome opstruktivnog respiratornog sindroma, poput zviždanja u prsima i otežanog disanja, a često mu prethode simptomi poput kihanja, kašlja, promjene ponašanja, nesаницe, gubitka apetita, uznemirenosti i neraspoloženja. Dijete koje doživljava astmatski napad obično je uznemireno, ima otežano disanje, širi nosnice, uvlači meko tkivo prsa i suho kašlje, što kasnije može preći u kašljanje sluzavog sekreta. Što se tiče vrste tjelesnih i sportskih aktivnosti, kineziolozi trebaju imati u vidu postojanje nisko (npr. tenis, gimnastika, sprint na 100m,

bacanja, skakanja i sl.), srednje (npr. odbojka, rukomet, nogomet i sl.) i visoko (maraton, biciklizam, visinski i zimski sportovi i sl.) rizičnih aktivnosti za djecu astmatičare kako bi na mogli na siguran način preporučiti roditeljima djece isti. Što se tiče intenziteta, trajanja i učestalosti treninga za djecu astmatičare, osim zagrijavanja kao važnog pripremnog dijela treninga, kineziolozi trebaju voditi računa i o intenzitetu, trajanju i učestalosti vježbanja s djecom astmatičarima. Intenzitet vježbanja je važan jer je izravno povezan s ventilacijskim odgovorom. Stoga bi vježba koja omogućuje oporavak ventilacije trebala biti sigurnija, što se posebice odnosi na aerobni visoko intenzivni intervalni trening - HIIT. Ovaj oblik dobro podnose djece s astmom jer nakon kratkih intervala vježbanja visokog intenziteta slijede intervali oporavka koji omogućuju oporavak ventilacije. Općenito, preporučuje se početi s niskim intenzitetom, koji se postupno povećava do odgovarajućeg intenziteta (70% do 80% HRmax). U slučaju intervalnog vježbanja, radni interval trebao bi biti prilagođen tako da početni intenzitet iznosi 70% od maksimalnog broja otkucaja srca (HRmax), a postupno se povećava do 90% HRmax-a. Odmor između intervala trebao bi biti dovoljno dug da se broj otkucaja srca smanji na 50% do 60% od maksimuma. Ako se primjenjuje metoda kontinuiranog vježbanja, intenzitet rada trebao bi se postupno povećavati do 85% od maksimalnog broja otkucaja srca. Što se tiče trajanje i učestalost vježbanja, preporuča se trajanje sesija između 20 i 60 minuta, a adekvatno je trenirati 3-5 puta tjedno. Inicijalno, djeca koja teže prilagođavaju mogu ograničiti sesije na 20 minuta, ali bi cilj trebao biti povećanje trajanja treninga na najmanje 30 minuta. Općenito, propisivanje treninga za pojedinca trebalo bi se temeljiti na vrstama vježbi koje dijete preferira jer redovito sudjelovanje u fitness programima osigurava djetetu određenu razinu užitka i stoga se preporučuju aerobne aktivnosti koje su djeci ujedno zanimljive. Na kraj treninga potrebno je odraditi hlađenje koje se može postići laganim ritmičkih aktivnosti poput hodanja koje treba održavati 5 do 8 minuta dok se puls ne vrati na razinu prije vježbanja. Trening bi trebao biti završiti ponavljanjem vježbi za fleksibilnost izvedenih tijekom zagrijavanja.

Prijedlozi i preporuke za tjelesnu aktivnost navedene u ovom radu mogu pružiti početnu točku koja može pomoći informirati zdravstvene djelatnike koji rade na liječenju kroničnih bolesti kao što je astma te sukladno tome propisati korištenje tjelesne aktivnosti i vježbanja kao nefarmakološke terapije. Sukladno tome, kineziolozi i treneri prema preporukama i smjernicama istu terapiju mogu provoditi s djecom koja boluju od astme, a dolaze trenirati kod njih. U literaturi međutim i dalje postoji veliki jaz u vezi s prijedlozima i preporukama za tjelesnu aktivnost i vježbanje kod djece koja boluju od astme, s toga bi ovo područje istraživanja

trebalo i dalje biti globalni prioritet jer je tjelesna aktivnost moćan alat za poboljšanje zdravlja djece oboljele od astme.

## 5. Literatura

- Abdelbasset, W.K., Alsubaie, S. F., Tantawy, S. A., Abo Elyazed, T. I. i Kamel, D. M. (2018). Evaluating pulmonary function, aerobic capacity, and pediatric quality of life following a 10-week aerobic exercise training in school-aged asthmatics: a randomized controlled trial. *Patient Preference and Adherence*, 12, 1015–1023. <http://doi.org/10.2147/ppa.s159622>
- Aberle, N. (2014). Teška astma u djece. *Medix : specijalizirani medicinski dvomjesečnik*, 109/110, 154-161.
- Aggarwal, B., Mulgirigama, A. i Berend, N. (2018). Exercise-induced bronchoconstriction: prevalence, pathophysiology, patient impact, diagnosis and management. *Npj Primary Care Respiratory Medicine*, 28(1), 1-8. <http://doi.org/10.1038/s41533-018-0098-2>
- Ahel, V. i Hadžibeganović, M. (2005). Dijagnostika i terapija astme u djece. *Pedijatrija danas*, 1(2), 63-72.
- Andersson, M., Hedman, L., Nordberg, G., Forsberg, B., Eriksson, K. i Rönmark, E. (2015). Swimming pool attendance is related to asthma among atopic school children: a population-based study. *Environmental Health*, 14(1), 1-7. <http://doi.org/10.1186/s12940-015-0023-x>
- Asher, M.I., Keil, U., Anderson, H.R., Beasley, R., Crane, J., Martinez, F., Mitchell, E. A., N Pearce, N., Sibbald, B. i Stewart A.W. (1995). International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respirat J.* 8(3),483–491. <http://doi.org/10.1183/09031936.95.08030483>
- Astma. (2014). U *MDS priručnik dijagnostike i terapije*. Pristupljeno 11.4.2023. <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/pulmologija/astma>
- Beggs, S., Foong, Y.C., Le, H.C.T., Noor, D., Wood-Baker, R. i Walters, J.A. (2013). Swimming training for asthma in children and adolescents aged 18 years and under. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 30(4), 1-67. <http://doi.org/10.1002/14651858.cd009607.pub>
- Bernard, A., Nickmilder, M. i Dumont, X. (2015). Chlorinated pool attendance, airway epithelium defects and the risks of allergic diseases in adolescents: Interrelationships revealed by circulating biomarkers. *Environmental Research*, 140, 119–126. <http://doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.034>
- Bonini, M. i Silvers, W. (2018). Exercise-Induced Bronchoconstriction. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 38(2), 205–214. <http://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.007>
- Brigham, E. P. i West, N. E. (2015). Diagnosis of asthma: diagnostic testing. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 5(1), 27–30. <http://doi.org/10.1002/alr.21597>

- Bruzzese, J.M., Unikel, L.H., Evans D, Bornstein, L., Surrence, K. i Mellins, R. B.(2010). Asthma knowledge and asthma management behavior in urban elementary school teachers. *J Asthma*, 47(2),185–191. <http://doi.org/10.3109/02770900903519908>
- Bulat-Kardum, Lj. (2021). Jesmo li napredovali u liječenju astme?. *Medicus, Astma i KOPB*, 30(2), 193-198.
- Bush, A. i Fleming, L. (2015). Diagnosis and management of asthma in children. *BMJ*, 350:h996, 1-6. <http://doi.org/10.1136/bmj.h996>
- Counil, F.P., Varray, A., Matecki, S., Beurey, A., Marchal, P., Voisin, M. i Préfaut, C. (2003). Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *The Journal of Pediatrics*, 142(2), 179–184. <http://doi.org/10.1067/mpd.2003.83>
- Dantas, F.M., Correia, M.A. Jr, Silva, A.R., Peixoto, D.M. ,Sarinho, E.S.C., i Rizzo J. (2014). Mothers impose physical activity restrictions on their asthmatic children and adolescents: an analytical cross-sectional study. *BMC Public Health* 14(1), 1-7. <http://doi.org/10.1186/1471-2458-14-287>
- de Benedictis, D. i Bush, A. (2017). Asthma in adolescence: Is there any news?. *Pediatr Pulmonol*, 52, 129–138. <http://doi.org/10.1002/ppul.23498>
- Del Giacco, S. R., Firinu, D., Bjermer, L. i Carlsen, K.H. (2015). Exercise and asthma: an overview. *European Clinical Respiratory Journal*, 2(1), 1-13. <http://doi.org/10.3402/ecrj.v2.27984>
- Eichenberger, P. A., Diener, S. N., Kofmehl, R., i Spengler, C. M. (2013). Effects of Exercise Training on Airway Hyperreactivity in Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 43(11), 1157–1170. <http://doi.org/10.1007/s40279-013-0077-2>
- El-Husseini, Z.W., Gosens, R., Dekker, F., i Koppelman, G.H. (2020). The genetics of asthma and the promise of genomics-guided drug target discovery. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(10), 1045-1056. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30363-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30363-5)
- Ellwood, P., Asher, M.I., Beasley, R., Clayton, T.O., Stewart, A.W. i ISAAC Steering Committee. (2005). The international study of asthma and allergies in childhood (ISAAC): phase three rationale and methods. *Int J Tubercul Lung Dis.*, 9(1), 10–16. <http://doi.org/>
- Flego, V. (2021). Kompletna skrb o bolesniku s astmom ili KOPB-om – od edukacije i plana liječenja do plućne rehabilitacije. *Medicus, Astma i KOPB*, 30(2), 227-232.
- Fuhlbrigge, A.L., Jackson, B. i Wright, R. (2002). Gender and asthma. *Immunol Allergy Clin North Am.*,22(4), 753–789. [http://doi.org/10.1016/S0889-8561\(02\)00022-X](http://doi.org/10.1016/S0889-8561(02)00022-X)
- Gagro, A. (2011). Astma u djece. *Acta medica Croatica*, 65(2), 169-178.
- Geiger, K. R. i Henschke, N. (2014). Swimming for children and adolescents with asthma. *British Journal of Sports Medicine*, 49(12), 835–836. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093397>
- Gerow, M. i Bruner, P. J. (4.6.2020). *Exercise Induced Asthma*. StatPearls. Treasure Island: StatPearls. <https://europepmc.org/article/NBK/nbk557554#article-17925.r6>
- Global Initiative for Asthma. (2023, svibanj). *Global strategy for asthma management and prevention: (2023 update)*. <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2023/05/GINA-2023-Full-Report-2023-WMS.pdf>

- Greiwe, J., Cooke, A., Nanda, A., Epstein, S. Z., Wasan, A. N., Shepard, K. V., Capão-Filipe, M., Nish, A., Rubin, M., Gregory, K.L., Dass, K., Blessing-Moore, J. i Randolph, C. (2020). Workgroup Report: Perspectives in Diagnosis and Management of Exercise-Induced Bronchoconstriction in Athletes. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 8(8), 2542-2555. <http://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.05.020>
- Haktanir Abul, M. i Phipatanakul, W. (2019). Severe asthma in children: Evaluation and management. *Allergology International*, 68, 150-157. <http://doi.org/10.1016/j.alit.2018.11.007>
- Haldar, P., Pavord, I.D., Shaw, D.E., Berry, M.A., Thomas, M., Brightling, C.E., Wardlaw, A.J., i Green, R.H. (2008). Cluster analysis and clinical asthma phenotypes. *Am J Respir Crit Care Med.*, 178(3), 218–224. <http://doi.org/10.1164/rccm.200711-1754OC>
- Holloway, E. A. i West, R. J. (2007). Integrated breathing and relaxation training (the Papworth method) for adults with asthma in primary care: a randomised controlled trial. *Thorax*, 62(12), 1039–1042. <http://doi.org/10.1136/thx.2006.076430>
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (2022). *Rezultati projekta EUROSTAT "Morbidity Statistics" Podaci za Hrvatsku.* <https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2022/03/Rezultati-projekta-EUROSTAT-Morbidity-Statistics-Rezultati-za-Hrvatsku.pdf>
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (2022, travanj). *Svjetski dan astme 2022.* <https://www.hzjz.hr/sluzba-javno-zdravstvo/svjetski-dan-astme-2022-g/>
- Hurwitz, K. M., Argyros, G. J., Roach, J. M., Eliasson, A. H., i Phillips, Y. Y. (1995). Interpretation of Eucapnic Voluntary Hyperventilation in the Diagnosis of Asthma. *Chest*, 108(5), 1240–1245. <http://doi.org/10.1378/chest.108.5.1240>
- Ivković-Jureković, I. (2006). Astma: epidemiologija, čimbenici rizika i patofiziologija. *Paediatrica Croatica*, 50 (4), 1-16.
- Jandroković, M., Toljan, A. i Crnković, I. (2020). Utjecaj tjelesne aktivnosti kod osoba oboljelih od astme. U T. Trošt Bobić (ur.), *6. međunarodni znanstveno – stručni skup „Fizioterapija u sportu, rekreaciji i wellnesu“* (str.47-48). Bratislava: Trnava.
- Jones, R. S., Buston, M. H. i Wharton, M. J. (1962). The effect of exercise on ventilatory function in the child with asthma. *British Journal of Diseases of the Chest*, 56(2), 78–86. [http://doi.org/10.1016/s0007-0971\(62\)80005-9](http://doi.org/10.1016/s0007-0971(62)80005-9)
- Kippelen, P., Anderson, S. D. i Hallstrand, T. S. (2018). Mechanisms and Biomarkers of Exercise-Induced Bronchoconstriction. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 38(2), 165–182. <http://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.008>
- Kljaić Bukvić, B., Ivković Jureković, I., Navratil, M., Rogulj, M., Bandić, D., Kelečić, J.,... Richter, D. (2022). Od fenotipa do biološkog liječenja teške astme. *Paediatrica Croatica*, 66(1-2), 23-29. <https://doi.org/10.13112/PC.2022.4>
- Kornblit, A., Cain, A., Bauman, L. J., Brown, N. M., i Reznik, M. (2018). Parental Perspectives of Barriers to Physical Activity in Urban Schoolchildren With Asthma. *Academic Pediatrics*, 18(3), 310–316. <http://doi.org/10.1016/j.acap.2017.12.011>

- Kosinac, Z. (2011). Astma izazvana vježbanjem (EIA- exercise induced astma) i kako je spriječiti. *Život i škola*, 57(26), 176-188.
- Kuder, M. M., Clark, M., Cooley, C., Prieto-Centurion, V., Danley, A., Riley, I., Siddiqi, A. Weller, K. i Nyenhuis, S. M. (2021). A Systematic Review of the Effect of Physical Activity on Asthma Outcomes. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 9(9), 3407–3421. <http://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.04.048>
- Kudo, M., Ishigatsubo, Y., i Aoki I. (2013). Pathology of asthma. *Front Microbiol.*, 4, 1-16. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00263>
- Lang, D.M., Butz, A.M., Duggan, A.K. i Serwint, J.R. (2004). Physical activity in urban school-aged children with asthma. *Pediatrics*. 113(4):e341-6. <http://doi.org/10.1542/peds.113.4.e341>
- Lee, I.M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N. i Katzmarzyk, P.T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 380(9838), 219–29. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)
- Lu, K.D., Cooper, D. M., Haddad, F. i Radom-Aizik, S. (2018). Four Months of a School-Based Exercise Program Improved Aerobic Fitness and Clinical Outcomes in a Low-SES Population of Normal Weight and Overweight/Obese Children With Asthma. *Frontiers in Pediatrics*, 6, 1-8. <http://doi.org/10.3389/fped.2018.00380>
- Lucas, J. A., Moonie, S., Hogan, M. B. i Evans, W. N. (2018). Efficacy of an exercise intervention among children with comorbid asthma and obesity. *Public Health*, 159, 123–128. <http://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.02.014>
- Macan, J. i Romić, G. (2012). Tjelesna aktivnost i astma. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 63 (3), 33-38.
- Morton, A. R. i Fitch, K. D. (2011). Australian Association for Exercise and Sports Science position statement on exercise and asthma. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(4), 312–316. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.02.009>
- Mountjoy, M., Fitch, K., Boulet, L.P., Bougault, V., van Mechelen, W. i Verhagen, E. (2015). Prevalence and characteristics of asthma in the aquatic disciplines. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 136(3), 588–594. <http://doi.org/10.1016/j.jaci.2015.01.041>
- Osadnik, C.R. i Singh, S. (2019). Pulmonary rehabilitation for obstructive lung disease. *Respirology*, 24(9), 871-878. <http://doi.org/10.1111/resp.13569>
- Parsons, J. P., Hallstrand, T. S., Mastrorarde, J. G., Kaminsky, D. A., Rundell, K. W., Hull, J. H., Storms, W.W., Weiler, J.M., Cheek, F.M., Wilson, C. i Anderson, S. D. (2013). An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Exercise-induced Bronchoconstriction. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 187(9), 1016–1027. <http://doi.org/10.1164/rccm.201303-0437st>
- Pavord, I.D., Beasley, R., Agusti, A., Anderson, G.P., Bel, E., Brusselle, G., Cullinan, P, Custovic, A., Ducharme, F.M., Fahy, J.V., Frey, U., Gibson, P., Heaney, L.G., Holt, P.G., Humbert, M., Lloyd, C.M., Marks, G., Martinez, F.D., Sly, P.D., von Mutius, E...Bush, A. (2018). After



- asthma: redefining airways diseases. *Lancet*, 391(10118), 350–400.  
[http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30879-6](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30879-6)
- Plavec, D., Turkalj, M. i Erceg, D. (2011). Funkcionalna dijagnostika astme. *Medicus, Alergije*, 20(2), 145-149.
- Sanz-Santiago, V., Diez-Vega, I., Santana-Sosa, E., Lopez Nuevo, C., Iturriaga Ramirez, T., Vendrusculo, F. M., Fagundes Donadio, M.V., Asensi, J.R.V. i Pérez-Ruiz, M. (2020). Effect of a combined exercise program on physical fitness, lung function, and quality of life in patients with controlled asthma and exercise symptoms: A randomized controlled trial. *Pediatric Pulmonology*, 55(7), 1608-1616. <http://doi.org/10.1002/ppul.24798>
- Scherzer, R. i Grayson, M.H. Heterogeneity and the origins of asthma. (2018). *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 121(4), 400-405, <https://doi.org/10.1016/j.anai.2018.06.009>
- Sinyor, B., Concepcion Perez, L. (1.5.2023). *Pathophysiology Of Asthma*. StatPearls. Treasure Island: StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551579/>
- Stickland, M.K., Rowe, B.H., Spooner, C.H., Vandermeer, B., Dryden, D.M. (2012). Effect of warm-up exercise on exercise-induced bronchoconstriction. *Med Sci Sports Exerc*, 44(3), 383-391. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822fb73a>
- Stoodley, I., Williams, L., Thompson, C., Scott, H. i Wood, L. (2019). Evidence for lifestyle interventions in asthma. *Breathe*, 15(2), 50–61. <http://doi.org/10.1183/20734735.0019-2019>
- Tesse, R., Borrelli, G., Mongelli, G., Mastrorilli, V. i Cardinale, F. (2018). Treating Pediatric Asthma According Guidelines. *Frontiers in Pediatrics*, 6, 1-7. <http://doi.org/10.3389/fped.2018.00234>
- Trivedi, M. i Denton, E. (2019). Asthma in Children and Adults—What Are the Differences and What Can They Tell us About Asthma?. *Frontiers in Pediatrics*, 7, 1-15. <http://doi.org/10.3389/fped.2019.00256>
- Turkalj, M. i Vlašić Lončarić, Ž. (2023). Novosti u liječenju astme u djece. *Liječnički vjesnik*, 145 (Supp 1), 50-58. <https://doi.org/10.26800/LV-145-supl1-8>
- Valeriani, F., Protano, C., Vitali, M. i Romano Spica, V. (2017). Swimming attendance during childhood and development of asthma: Meta-analysis. *Pediatrics International*, 59(5), 614–621. <http://doi.org/10.1111/ped.13230>
- Van der Kamp, M., Thio, B., Tabak, M., Hermens, H., Driessen, J. i van der Palen, J. (2019). Does exercise-induced bronchoconstriction affect physical activity patterns in asthmatic children?. *Journal of Child Health Care*, 24(4), 577-588. <http://doi.org/10.1177/1367493519881257>
- Van Wonderen, K.E., Van Der Mark, L.B., Mohrs, J., Bindels, P.J., Van Aalderen, W.M., i Ter Riet, G. (2010). Different definitions in childhood asthma: how dependable is the dependent variable? *Eur Respir J*. 36(1), 48–56. <http://doi.org/10.1183/09031936.00154409>
- Vernon, M.K., Wiklund, I., Bell, J.A., Dale, P. i Chapman, K.R. (2012). What do we know about asthma triggers? A review of the literature. *J Asthma*, 49(10), 991–998. <http://doi.org/10.3109/02770903.2012.738268>



- Wanrooij, V. H., Willeboordse, M., Dompeling, E. i van de Kant, K. D. (2013). Exercise training in children with asthma: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 48(13), 1024–1031. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091347>
- Weiland, S.K., Bjorksten, B., Brunekreef, B., Cookson, W.O., von Mutius, E. i Strachan, D.P. (2004). Phase II of the international study of asthma and allergies in childhood (ISAAC II): rationale and methods. *Eur Respirat J.*, 24(3), 406–412. <http://doi.org/10.1183/09031936.04.00090303>
- Welsh, L., Kemp, J.G. i Roberts, R.G.D. (2005). Effects of Physical Conditioning on Children and Adolescents with Asthma. *Sports Medicine*, 35(2), 127–141. <http://doi.org/10.2165/00007256-200535020-00003>
- West, S.L., Banks, L., Schneiderman, J.E., Caterini, J.E., Stephens, S., White, G., Dogra, S., i Wells, G.D. (2019). Physical activity for children with chronic disease: a narrative review and practical applications. *BMC Pediatrics* 19(1):12, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12887-018-1377-3>
- Willemsen, G., Van Beijsterveldt, T., Van Baal, C., Postma, D., i Boomsma, D. (2008). Heritability of Self-Reported Asthma and Allergy: A Study in Adult Dutch Twins, Siblings and Parents. *Twin Research and Human Genetics*, 11(2), 132-142. <http://doi.org/10.1375/twin.11.2.132>
- Winn, C.O.N., Mackintosh, K.A., Eddolls, W.T.B., Stratton, G., Wilson, A.M., Rance, J.Y., Doull, I.J.M., McNarry M.A. i Davies, G.A. (2017). Perceptions of asthma and exercise in adolescents with and without asthma. *Journal of Asthma*, 55(8), 868-876. <http://doi.org/10.1080/02770903.2017.136999>
- World Health Organisation. (2022, listopad). *Physical activity*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- World Health Organisation. (2023, svibanj). *Asthma*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/asthma>