
Nemanja Rebić¹

FIZIČKA AKTIVNOST KOD OSOBA SA HAŠIMOTO TIREOIDITISOM: ZNAČAJ, BARIJERE I SMERNICE ZA TRENING

Sažetak: Hašimoto tireoiditis (HT) predstavlja najčešći uzrok hipotireoze i često je praćen smanjenim funkcionalnim sposobnostima, umorom i narušenim kvalitetom života, čak i kod pacijenata sa regulisanim hormonskim statusom. U poslednje vreme fizička aktivnost se sve više prepoznaje kao važna nefarmakološka strategija u upravljanju ovim stanjem. Cilj ovog rada bio je da prikaže mehanizme delovanja fizičke aktivnosti kod osoba sa HT, identifikuje ključne barijere za njenu primenu i ponudi praktične smernice za planiranje i sprovođenje treninga.

Na osnovu pregleda literature i kliničkog iskustva, identifikovane su fizičke, psihološke, terapijske, organizacione i stručne barijere koje mogu otežati uključivanje u redovnu fizičku aktivnost. Istovremeno, prikazani su potencijalni pozitivni efekti vežbanja na funkciju štitaste žlezde, telesni sastav, kardiorespiratorne sposobnosti i mentalno zdravlje.

Rad naglašava značaj postepenog i individualno prilagođenog pristupa, uz praćenje reakcije na opterećenje i usklađivanje treninga sa terapijom. Kao praktičan model predlaže se kombinacija aerobnih aktivnosti, vežbi snage i intervalnih metoda, uz poseban akcenat na intervalni trening sa varijabilnim intenzitetom kao potencijalno efikasan i bezbedan pristup u ovoj populaciji.

Zaključuje se da fizička aktivnost ima značajan potencijal kao deo sveobuhvatnog pristupa u radu sa osobama sa Hašimoto tireoiditisom, ali da su za njenu širu primenu neophodne jasnije smernice i bolja integracija u kliničku praksu.

Ključne reči: autoimuni tireoiditis, hipotireoza, intolerancija na vežbanja, umor, psihosocijalno stanje, zdravstveno usmeren trening.

¹ Nemanja Rebić, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu, E-mail: rebicnemanja@gmail.com

1. Uvod

Hašimoto tireoiditis je hronično autoimuno oboljenje štitaste žlezde i najčešći je uzrok nastanka hipotireoidizma i karakteriše se povećanom proizvodnjom specifičnih antitela koja uništavaju tiroidne ćelije, što može dovesti do pada u proizvodnji tiroidnih hormona [1] [2].

Bolest se razvija kroz više faza – u početku može trajati godinama bez simptoma, zatim se javljaju antitela, a kasnije i poremećaji hormona (najpre povišen tireostimulirajući hormon – TSH, a potom pad trijodotironina – T3 i tiroksina – T4).

Važno je naglasiti da simptomi mogu da se jave i u ranim fazama, iako su hormoni još u granicama normale. Spektar simptoma je širok i uključuje umor, manjak energije, pospanost, loš san, pad koncentracije, promene raspoloženja, anksioznost ili depresivnost, opadanje kose, suhu kožu, otečine, sklonost gojenju, ali i probavne smetnje, kao i pojavu anemije. Kako bolest napreduje i funkcija štitaste žlezde opada simptomi postaju izraženiji i intenzivniji, a fizička sposobnost se dodatno smanjuje [1].

Aдекватna primena terapije dovodi rad štitaste žlezde u eutiroidno stanje [3] [4]. Međutim, čak i nakon primene terapije veliki broj pacijenata i dalje oseća izražene simptome, ima smanjen kvalitet života, narušen lipidni profil i slabije funkcionalne sposobnosti [5]. U zavisnosti od studije, pokazalo se da, nakon primene levotiroksina i normalizacije nivoa TSH, od 10 do čak 50% pacijenata i dalje prijavljuje simptome [2, 6].

U ovom kontekstu, faktori načina života koji se mogu menjati sve više se prepoznaju kao značajni činioci u ispoljavanju i napredovanju bolesti. Uticaji iz okruženja i obrasci ponašanja mogu delovati i na funkciju štitaste žlezde i na autoimune procese, pri čemu njihova korekcija može doprineti povoljnijim kliničkim ishodima [7].

Fizička aktivnost se izdvaja kao jedan od najvažnijih primenljivih promena u životnom stilu kod autoimunih oboljenja štitaste žlezde. Dostupni dokazi ukazuju da redovno i umereno vežbanje može imati pozitivan efekat na funkciju štitaste žlezde, uključujući snižavanje nivoa TSH i povećanje koncentracije T4 [8]. Pored toga, fizička aktivnost pozitivno doprinosi smanjenju simptoma, unapređenju funkcionalnog kapaciteta, kao i mentalnog stanja i kvaliteta života kod osoba sa HT [5].

Uprkos sve većem broju dokaza, fizička aktivnost i dalje nije sistematski integrisana u standardni tretman pacijenata sa Hašimotovim tireoiditisom. Dosadašnja istraživanja nedovoljno su se bavila identifikacijom prepreka koje otežavaju njenu primenu u ovoj populaciji. Istovremeno, iako skorašnje studije [8, 9] ukazuju na potencijalne pozitivne efekte posebno strukturisanih programa vežbanja na funkciju štitaste žlezde i druge zdravstvene ishode, zvanične preporuke za planiranje i vođenje trenažnog procesa kod ovih pacijenata i dalje ne postoje.

Cilj ovog rada da razmotri mehanizme putem kojih fizička aktivnost može uticati na kliničke ishode kod osoba sa Hašimotovim tireoiditisom, kao i da, oslanjajući se na savremene naučne dokaze i kliničko iskustvo, identifikuje ključne barijere u njenoj primeni i predloži praktične strategije i osnovne smernice za implementaciju i vođenje trenažnog programa.

2. Klinička slika Hašimoto tireoiditisa

Postoje tri osnovna oblika Hašimoto tireoiditisa (HT): eutiroidni, subklinički i klinički. Eutiroidni oblik karakteriše prisustvo povišenih antitela (antiTPO i antiTG), uz očuvane vrednosti tiroidnih hormona, dok se kod subkliničkog beleži porast TSH, uz uredne T3 i T4. Klinički oblik obeležava dalji porast TSH i pad tiroidnih hormona, što je praćeno izraženim simptomima i zahteva supstitucionu terapiju [1].

Osnovu patofiziologije HT čini hronična autoimuna reakcija praćena niskostepenim sistemskim zapaljenjem, prisutnim u svim fazama bolesti. Ovaj proces može dovesti do širokog spektra opštih simptoma, uključujući umor, smanjenu energiju, poremećaj sna, promene telesne mase, suhu kožu, opadanje kose, edeme, konstipaciju, bradikardiju, mišićne grčeve, bolove u zglobovima, kao i kognitivne smetnje i depresivnost [1]. Prisustvo i kombinacija ovih simptoma značajno narušavaju kvalitet života obolelih [10, 11].

Kod osoba sa HT često se beleže poremećaji lipidnog profila, uključujući povišene vrednosti triglicerida, ukupnog i LDL holesterola, uz snižene vrednosti HDL holesterola [12, 13]. Pored toga, autoimuni proces povezan je sa oštećenjem endotelne funkcije, što dodatno povećava rizik od ateroskleroze i kardiovaskularnih komplikacija [14].

Smanjena funkcija štitaste žlezde ima značajne posledice na mišićni i kardiovaskularni sistem. Tiroidni hormoni učestvuju u regulaciji kontraktilnosti skeletnog i srčanog mišića, pa njihov deficit dovodi do smanjenja mišićne snage, udarnog i minutnog volumena srca, uz povećanje perifernog vaskularnog otpora i smanjenje srčane i plućne rezerve [15]. Kao posledica dolazi do opadanja kardiorespiratornih sposobnosti, uključujući smanjenu maksimalnu potrošnju kiseonika ($VO_2\text{max}$) i toleranciju na napor, posebno pri višim intenzitetima [16, 17].

Pored hormonskog disbalansa, i sam autoimuni proces može doprineti smanjenju funkcionalnih sposobnosti i povećanom osećaju umora, čak i kod eutiroidnih pacijenata. Tako su Jordan i sar. (2021) pokazali da eutiroidni pacijenti sa HT tokom šestominutnog testa hodanja ispoljavaju izraženiji fizički umor, veću percepciju zamora i bolova u mišićima u poređenju sa zdravim ispitanicima, uprkos urednim neurološkim i elektrofiziološkim nalazima [18].

3. Značaj fizičke aktivnosti kod Hašimoto tireoiditisa

Fizička aktivnost se sve više prepoznaje kao važna nefarmakološka strategija kod pacijenata sa HT. Skorašnje studije ukazuju na potencijalne pozitivne efekte vežbanja na funkciju štitaste žlezde, uključujući smanjenje nivoa TSH i povećanje koncentracija slobodnog tiroksina (FT4) [5, 19, 20]. Ovi efekti mogu se delimično objasniti stimulacijom hipotalamo-hipofizno-tiroidne ose [21], kao i povećanom aktivnošću dejodinaza na perifernom nivou, što doprinosi efikasnijoj konverziji T4 u biološki aktivniji T3 [22]. Takođe, povećana metabolička potražnja tokom fizičke aktivnosti može stimulisati veću upotrebu i promet tiroidnih hormona, što sekundarno utiče na regulaciju TSH [23].

Pored hormonskih efekata, fizička aktivnost ima značajnu ulogu u regulaciji telesnog sastava, što je posebno važno kod osoba sa HT. Smanjenje ukupne i visceralne masne mase, koje su metabolički aktivne i proinflamatorne, može doprineti redukciji sistemske inflamacije karakteristične za ovu bolest [24]. S obzirom na to da je hronična niskostepena inflamacija jedan od ključnih patofizioloških mehanizama HT, ovaj efekat vežbanja predstavlja važan potencijalni put ka poboljšanju kliničkog statusa. Studije su takođe pokazale smanjenje inflamatornih markera, poput C-reaktivnog proteina (CRP), kao i poboljšanje endotelne funkcije nakon dugotrajnijih programa vežbanja [14, 25].

Na nivou kardiovaskularnog i mišićnog sistema, fizička aktivnost doprinosi poboljšanju kontraktilnosti srčanog i skeletnog mišića, povećanju udarnog i minutnog volumena, kao i efikasnijoj perifernoj distribuciji kiseonika. Ovi efekti su praćeni povećanjem $VO_2\text{max}$ i ukupne kardiorespiratorne izdržljivosti [26, 27]. Mehanizmi koji stoje u osnovi ovih promena uključuju poboljšanu oksigenizaciju tkiva, povećanu kapilarnu gustinu, ali i potencijalnu modulaciju ekspresije tiroidnih receptora i lokalne aktivnosti dejodinaza u mišićnom tkivu [22]. Važno je naglasiti da su poboljšanja funkcionalnih sposobnosti zabeležena čak i u odsustvu značajnih promena telesne mase [14, 25], što ukazuje na direktne efekte vežbanja na kardiovaskularni sistem.

Fizička aktivnost takođe ima izražene efekte na psihološke aspekte bolesti i kvalitet života. Redovno vežbanje doprinosi smanjenju simptoma depresije, anksioznosti, stresa, kao i kvaliteta sna [28], što se može objasniti povećanim lučenjem neurotransmitera i hormona povezanih sa regulacijom raspoloženja, poput serotonina, dopamina i endorfina [29]. Studije su pokazale značajna poboljšanja u domenima fizičkog i mentalnog zdravlja, vitalnosti i socijalnog funkcionisanja kod osoba koje su učestvovala u programima vežbanja [5, 10]. S obzirom na to da simptomi poput umora, smanjene energije i kognitivnih poteškoća često perzistiraju i kod eutiroidnih pacijenata, ovi efekti imaju poseban klinički značaj.

4. Barijere za primenu fizičke aktivnosti kod Hašimoto tireoiditisa

Iako naučna saznanja podržavaju primenu fizičke aktivnosti kod Hašimoto tireoiditisa ona još uvek nije dovoljno prepoznata i implementirana u radu sa ovim pacijentima. Na osnovu pregleda naučne literature i kliničkog iskustva u radu sa ovim pacijentima barijere za primenu fizičke aktivnosti možemo podeliti u nekoliko kategorija, a to su: fizičke barijere usled simptoma, psihološke, barijere usled neadekvatno podešene terapije, barijere povezane sa savremenim načinom života i nedostatkom organizacije vremena i barijere u stručnom pristupu i implementaciji vežbanja.

4.1. Fizičke barijere usled simptoma

Kod osoba sa Hašimotovim tireoiditisom i hipotireozom, čak i uz adekvatnu hormonsku terapiju, često postoji kombinacija objektivno smanjene tolerancije napora i subjektivnog osećaja hroničnog nedostatka energije, što značajno otežava uvođenje i održavanje redovne fizičke aktivnosti [1]. Ipak, nalazi intervencionih studija ukazuju da adekvatno dozirana, strukturisana aerobna ili kombinovana fizička aktivnost može dovesti do poboljšanja funkcionalnog kapaciteta, raspoloženja i kvaliteta života [9].

Umor, nedostatak energije i subjektivna slabost nalaze se među najčešće prijavljivanim simptomima koji umanjuju motivaciju i spremnost za uključivanje u strukturisane programe vežbanja, naročito kod nelečenih ili suboptimalno lečenih pacijenata [30]. Ove tegobe nisu isključivo subjektivne prirode, već su često praćene i merljivim padom performansi. Na primer, kod eutireoidnih pacijenata sa Hašimotom pokazano je da tokom 6-minutnog testa hoda dolazi do progresivnog opadanja performansi (negativan linearni trend), uz višu percepciju zamora i bolova u mišićima u poređenju sa zdravim kontrolama [18].

Dodatno, kod osoba sa subkliničkom hipotireozom zabeleženi su sniženi maksimalni radni učinak i $\text{VO}_{2\text{max}}$, uz brže nakupljanje laktata, veći porast piruvata i veću oslonjenost na anaerobni metabolizam pri rastu opterećenja. Ovakav metabolički profil praktično se manifestuje kao smanjena tolerancija na intenzivnije oblike fizičke aktivnosti, naročito u zoni anaerobnog praga i iznad [17, 31].

Na subjektivnom nivou, anketne studije pokazuju da približno dve trećine žena sa hipotireozom na supstitucionoj terapiji doživljava da im bolest ograničava fizičku aktivnost, pri čemu su ograničenja izraženija kod autoimunog, Hašimotovog oblika. Najčešće prijavljene smetnje uključuju mišićni bol, izražen zamor nakon vežbanja, produžen oporavak i nesigurnost u sopstvene fizičke kapacitete [30, 32].

4.2. Psihološke barijere

Kod osoba sa HT česte su psihološke smetnje, uključujući depresivno raspoloženje, anksioznost, kognitivne tegobe i perzistentni umor, koje mogu značajno smanjiti

motivaciju i spremnost za uključivanje u redovnu fizičku aktivnost [33]. Važno je naglasiti da ove smetnje nisu nužno isključivo posledica hormonskog disbalansa, već mogu biti prisutne i kod eutireoidnih pacijenata. Naime, pokazano je da osobe sa HT, uprkos urednim hormonskim vrednostima, imaju više skorove depresije i anksioznosti, kao i lošiji mentalni domen kvaliteta života u odnosu na zdrave kontrole, što ukazuje na potencijalni uticaj same autoimunosti na psihičko stanje i subjektivni doživljaj zdravlja [34].

Ovi nalazi su dodatno potvrđeni metaanalizama koje ukazuju da autoimuni tireoiditis nosi približno 2–3 puta veći rizik za razvoj depresivnih i anksioznih poremećaja [35], što posledično može dovesti do smanjene inicijative, nižeg nivoa energije i izbegavanja napora. Ove promene, zajedno sa prisutnim kognitivnim smetnjama, narušavaju svakodnevno funkcionisanje i kvalitet života pacijenata [36], a time indirektno otežavaju usvajanje i održavanje fizičke aktivnosti kao dela svakodnevne rutine.

Dodatno, kod žena sa HT uočava se viši nivo psihološkog distresa i somatizacije, dok su određeni afektivni temperamenti (npr. depresivni i ciklotimni) povezani sa većim intenzitetom psihosomatskih tegoba [37]. Ovakav obrazac može pojačati subjektivni doživljaj umora, bola i opterećenosti, zbog čega se i umereni fizički napor često percipira kao preteći ili prekomeran.

Ipak, ove barijere nisu nepromenljive. Istraživanja pokazuju da psihoterapijski pristupi, posebno kognitivno-bihevioralna terapija, mogu dovesti do smanjenja stresa i depresivnosti, kao i do poboljšanja kvaliteta života kod ovih pacijenata [38], što potencijalno smanjuje otpor ka fizičkoj aktivnosti. U tom kontekstu, kombinacija psihološke podrške i postepenog, individualno prilagođenog uvođenja fizičke aktivnosti može imati sinergijski efekat.

U praktičnom smislu, to znači da su psihološke barijere kod osoba sa HT realne i klinički relevantne, ali nisu nepremostive. Uz adekvatnu podršku i pažljivo dozirano uključivanje u fizičku aktivnost, mnogi pacijenti mogu relativno brzo ući u pozitivan ciklus, koji podrazumeva povećanje nivoa kretanja, poboljšanje raspoloženja, porast energije i unapređenje ukupne funkcionalnosti [8, 38].

4.3. Barijere usled neadekvatno podešene terapije

Na osnovu više studija iz primarne zdravstvene zaštite i ambulantnih populacija, može se konstatovati da se otprilike 30–50% lečenih hipotireotičnih pacijenata nalazi van ciljnog TSH opsega, tj. da im je terapija suboptimalno podešena [39, 40].

Neadekvatno lečenje hipotireoze povezano je sa smanjenim minutnim volumenom srca, mišićnom slabošću i oslabljenom funkcijom pluća, što zajedno dovodi do smanjenog fizičkog kapaciteta i tolerancije na napor. Ove promene dodatno doprinose umoru, smanjenoj funkcionalnoj sposobnosti i opštem padu kvaliteta života [41].

S druge strane, prekomerna supstitucija tireoidnih hormona može dovesti do mišićne disfunkcije, povećanog metaboličkog opterećenja i kardiovaskularne nestabilnosti, uključujući aritmije, što negativno utiče na izvođenje i oporavak tokom vežbanja. Takođe, prekomerna supstitucija je povezana sa smanjenom fizičkom funkcionalnošću i ukupnim padom kapaciteta za fizičku aktivnost uprkos povećanoj metaboličkoj aktivnosti [41].

4.4. Barijere povezane sa savremenim načinom života i nedostatkom organizacije vremena

Barijere povezane sa savremenim načinom života i nedostatkom organizacije vremena predstavljaju značajan faktor koji otežava primenu fizičke aktivnosti. U tom kontekstu, podaci ukazuju da čak i kod osoba sa lečenom hipotireozom nivo fizičke aktivnosti ostaje nizak, pri čemu je u velikoj studiji na 1.724 žene samo 16,1% ispitanica ispunjavalo preporuke za fizičku aktivnost [32]. Istraživanja u opštoj populaciji i kod osoba sa hroničnim bolestima ukazuju da su nedostatak vremena, radne obaveze, briga o drugima, umor i stres među najčešće prijavljenim preprekama za redovno vežbanje [42, 43]. Ovi faktori su često povezani sa savremenim obrascima života, koji podrazumevaju sedentaran stil, visok nivo psihološkog opterećenja i otežanu integraciju fizičke aktivnosti u svakodnevne rutine [43]. Iako ne postoje studije koje direktno ispituju ove organizacione barijere kod osoba sa HT, može se pretpostaviti da se sličan obrazac javlja i u ovoj populaciji, što potvrđuje i kliničko iskustvo u radu sa ovim pacijentima. Dodatno, prisustvo hroničnog umora i smanjene energije može još više otežati organizaciju svakodnevnih aktivnosti i integraciju fizičke aktivnosti u svakodnevni život.

4.5. Barijere u stručnom pristupu i implementaciji vežbanja

Značajnu prepreku implementaciji fizičke aktivnosti kod osoba sa HT predstavljaju i sistemske barijere, koje su dobro opisane i u širem kontekstu hroničnih nezaraznih bolesti. Pre svega, uočava se nedovoljna saradnja između zdravstvenog sistema i stručnjaka koji sprovode zdravstveno usmereno vežbanje, uključujući trenere i profesore fizičkog vaspitanja, što dovodi do fragmentisanog pristupa i izostanka individualizovanih preporuka za pacijente [44, 45]. Pored toga, prisutan je i nedostatak edukovanih stručnjaka osposobljenih za rad sa ovom populacijom, kao i ograničen broj edukacija koje se specifično bave integracijom medicinskih i trenažnih principa u radu sa osobama sa hroničnim nezaraznim bolestima [44, 45]. Dodatni problem predstavlja odsustvo zvaničnih smernica koje bi jasno definisale vrstu, intenzitet i obim fizičke aktivnosti [46, 47]. Iako savremena naučna saznanja sve više ukazuju na potencijalne benefite fizičke aktivnosti u ovoj populaciji, nedostatak standardizovanih preporuka otežava njihovu praktičnu primenu i ostavlja prostor za nesigurnost, kako kod stručnjaka tako i kod samih pacijenata [47].

5. *Preporuke za primenu fizičke aktivnosti kod pacijenata sa Hašimoto tireoiditisom*

5.1. Procena trenutnog stanja pacijenta sa HT pre započinjanja specifičnog programa vežbanja

Pre uključivanja osobe sa HT u program vežbanja neophodno je sprovesti inicijalnu procenu njenog zdravstvenog i funkcionalnog statusa. Ova procena predstavlja osnov za planiranje individualizovanog programa vežbanja i izbor odgovarajuće vrste, intenziteta i obima fizičke aktivnosti [48].

Međutim, kod osoba sa HT važno je imati u vidu da se simptomi i subjektivni osećaj spremnosti mogu značajno menjati iz dana u dan, pa čak i tokom dana. Fluktuacije u nivou energije, prisustvu umora, raspoloženju i opštoj fizičkoj spremnosti mogu biti posledica hormonskih varijacija, stresa, kvaliteta sna ili neadekvatno podešene terapije [1]. Zbog toga je pre svakog treninga preporučljivo izvršiti kratku procenu trenutnog stanja pacijenta, koja može obuhvatiti razgovor o prisutnim simptomima, procenu subjektivnog osećaja opterećenja i spremnosti za vežbanje, a po potrebi i jednostavne objektivne pokazatelje, poput srčane frekvencije ili arterijskog pritiska [49].

U tom kontekstu, plan i program vežbanja ne bi trebalo sprovoditi rigidno, već ga po potrebi prilagođavati trenutnom subjektivnom i objektivnom stanju pacijenta. Individualizacija i fleksibilno prilagođavanje opterećenja u skladu sa dnevnim varijacijama predstavljaju jedan od osnovnih principa bezbedne i efikasne primene fizičke aktivnosti kod osoba sa HT [50].

5.2. Planiranje i periodizacija trenažnog programa vežbanja

Početne informacije koje trener (sportski stručnjak) dobije od pacijenta treba da posluže za što preciznije planiranje i periodizaciju trenažnog opterećenja. Ključni aspekti koje je neophodno evaluirati uključuju trenutno subjektivno i objektivno stanje pacijenta, skorašnje laboratorijske nalaze (posebno nivo TSH), prethodni nivo treniranosti, kao i trenutni nivo fizičke spremne. Fizička spremnost se može proceniti jednostavnim i praktično primenljivim testovima, kao što su testovi kardiorespiratorne funkcije (npr. step test ili test na biciklu sa kontrolom opterećenja), kao i indirektni testovi mišićne snage (npr. broj ponavljanja čučnjeva, sklekova ili izdržaj u planku) [51, 52].

Važnu varijablu predstavlja i maksimalna srčana frekvencija (HRmax), na osnovu koje se mogu definisati zone intenziteta. Uopšteno, opterećenja ispod ~80% HRmax pripadaju pretežno aerobnoj zoni, dok viši intenziteti uključuju značajniji anaerobni doprinos, iako je u praksi moguće razlikovati više trenažnih zona [53] [40]. Na osnovu ovih parametara, trening treba planirati u skladu sa principima sistematičnosti i

postupnosti, uz progresivno povećanje opterećenja, prelazak od jednostavnijih ka složenijim vežbama i obezbeđivanje adekvatnog vremena za oporavak.

Periodizacija trenažnog procesa treba da uvaži i dnevne i nedeljne fluktuacije u stanju pacijenta. Intenzivniji mikrociklusi mogu se planirati u periodima kada se pacijent oseća odmorno, ima više energije i bolje raspoloženje, dok se u fazama izraženijeg umora preporučuju rasterećujući ili oporavljajući mikrociklusi. Ovakav fleksibilan i individualizovan pristup omogućava postepeno uvođenje u trenažni proces, smanjuje rizik od preopterećenja i negativnih efekata, te povećava verovatnoću dugoročnog pridržavanja trenažnog programa vežbanja i ispoljavanja pozitivnih zdravstvenih efekata [50, 54] [41, 42].

5.3. Praćenje opterećenja i odgovora na trening

Tokom treninga preporučuje se kontinuirano praćenje kako subjektivnih, tako i objektivnih pokazatelja intenziteta i opterećenja. Osnovni objektivni pokazatelj predstavlja srčana frekvencija, na osnovu koje se može proceniti zona intenziteta u kojoj pacijent vežba, ali i njegova sposobnost oporavka, s obzirom na to da brzina opadanja srčane frekvencije nakon opterećenja predstavlja važan indikator utreniranosti i tolerancije na napor [55] [43].

Posebnu pažnju potrebno je obratiti kod pacijenata sa nedovoljno regulisanom hipotireozom i povišenim nivoima TSH, kod kojih može biti prisutna bradikardija, što otežava dostizanje viših vrednosti srčane frekvencije uprkos subjektivno visokom naporu [41] [37]. U takvim situacijama neophodno je izbegavati forsiranje pacijenta i oslanjati se i na druge pokazatelje intenziteta. S druge strane, kod pacijenata sa prekomernom dozom terapije može doći do nesrazmerno visokog porasta srčane frekvencije i pri nižim opterećenjima, što zahteva dodatni oprez i ograničavanje intenziteta treninga [41] [37].

Zbog navedenih specifičnosti, praćenje subjektivnog doživljaja napora ima poseban značaj. U tu svrhu mogu se koristiti standardizovane skale procene napora, kao što je Borgova RPE skala [56] [44], ali i neposredna komunikacija sa pacijentom kroz jednostavna pitanja o osećaju zamora, disanju i opštem doživljaju napora. Pored toga, važno je pratiti i reakciju organizma u periodu oporavka nakon treninga, uključujući subjektivni osećaj sledećeg dana. Dodatna korisna strategija jeste da pacijent izvesti o svom stanju nakon treninga, čime se omogućava bolje razumevanje individualne reakcije na opterećenje i dalja optimizacija trenažnog procesa [57].

5.4. Usklađivanje treninga sa terapijom i interdisciplinarna saradnja

Usklađivanje trenažnog procesa treninga sa terapijom predstavlja jedan od ključnih aspekata bezbedne i efikasne primene fizičke aktivnosti kod osoba sa HT. Poseban izazov predstavljaju pacijenti kod kojih stabilna supstitucionna terapija još

uvek nije uspostavljena, što je najčešće slučaj u početnim fazama lečenja, kada organizam prolazi kroz proces adaptacije na terapiju [17]. Dodatni oprez je neophodan u situacijama kada se sa uvođenjem terapije i započinjanjem trenažnog procesa kreće istovremeno. U tim slučajevima, na osnovu kliničkog iskustva, možemo preporučiti postepen i konzervativan pristup, uz odlaganje značajnijeg povećanja intenziteta treninga do postizanja relativne stabilizacije hormonskog statusa [17].

Upravo u ovom kontekstu dolazi do izražaja značaj interdisciplinarnе saradnje između trenera i endokrinologa. Dvosmerna komunikacija omogućava optimalno usklađivanje doze terapije i opterećenja treninga, čime se smanjuje rizik od neželjenih efekata i povećava efikasnost intervencije [32] [17] [29]. Povratne informacije trenera o simptomima, nivou energije i toleranciji na napor mogu biti od posebnog značaja za endokrinologa prilikom procene adekvatnosti terapijske doze. Ova saradnja treba da bude kontinuirana, imajući u vidu da tokom trenažnog treninga procesa može doći do značajnih promena u telesnom sastavu, metabolizmu i funkcionalnim sposobnostima pacijenta [9] [26].

Sa druge strane, neadekvatno dozirano trenažno opterećenje može dovesti do negativnih efekata, uključujući povećan umor i simptome preopterećenja [58] [45], što dodatno naglašava potrebu za pažljivim praćenjem i pravovremenom komunikacijom sa lekarom. Važno je naglasiti da Hašimoto tireoiditis sam po sebi ne predstavlja kontraindikaciju za fizičku aktivnost, te da većina pacijenata može bezbedno da vežba uz adekvatno vođen program [9] [26]. Ipak, s obzirom na sistemsku prirodu bolesti, kod manjeg broja pacijenata mogu biti prisutne i dodatne zdravstvene smetnje, uključujući kardiovaskularne [59] [46], zbog čega se u pojedinim slučajevima preporučuje dodatna procena od strane kardiologa ili specijaliste sportske medicine pre započinjanja treninga.

5.5. Preporučeni načini vežbanja i oblici fizičke aktivnosti

Kao što je već naglašeno, sa primenom fizičke aktivnosti potrebno je započeti postepeno, od lakših ka zahtevnijim oblicima, uz progresivno povećanje obima i intenziteta treninga. U početnim fazama prednost imaju aerobni oblici aktivnosti, kao što su pešačenje, plivanje, planinarenje, vožnja bicikla, rolера ili ples. S obzirom na često prisutan povišen nivo stresa kod osoba sa HT, važan deo programa treba da obuhvati i aktivnosti usmerene na relaksaciju, poput vežbi disanja, istezanja, joge, tai či i sličnih oblika vežbanja [60] [47].

Nedeljni obim fizičke aktivnosti treba uskladiti sa opštim preporukama, ali i sa individualnim mogućnostima pacijenta. U tom smislu, preporučuje se ukupno 150–300 minuta umereno intenzivne aktivnosti nedeljno, što se u praksi može realizovati na različite načine, na primer kroz 3 treninga nedeljno u trajanju od 45–60 minuta, ili češće svakodneвно, i kraće aktivnosti [61] [48]. Kada je u pitanju pešačenje, to

okvirno odgovara nivou od 7.000–10.000 koraka dnevno ili približno 5–7 km hoda, raspoređenih tokom nedelje [62] [49].

Pored aktivnosti umerenog intenziteta, preporučuje se i uvođenje aktivnosti većeg intenziteta u manjem obimu, na primer 2–3 puta nedeljno, u skladu sa trenutnim stanjem i tolerancijom na napor [61] [48]. Ovo je posebno važno imajući u vidu da osobe sa HT često imaju smanjenu kardiorespiratornu sposobnost i niži nivo mišićne snage [61] [48].

U skladu sa tim, važan deo programa čine i vežbe snage, koje se takođe preporučuju 2–3 puta nedeljno [63] [50]. U početnim fazama to mogu biti vežbe sa sopstvenom težinom, dok se kasnije uvode dodatna opterećenja (bučice, girje, elastične trake, šipka) [27] [23]. Opterećenje se može dozirati kroz broj ponavljanja, pri čemu se za lakša opterećenja preporučuje 15–20 ponavljanja, a za veća opterećenja 8–12 ponavljanja po seriji [27] [23].

U cilju unapređenja kardiorespiratorne funkcije, mogu se primenjivati i treninzi većeg intenziteta, uključujući kombinovane oblike rada (aerobni trening na sprava-ma, uz vežbe snage) [5][3], ali i intervalni treninzi visokog intenziteta (HIIT) [64] [51]. Ipak, HIIT može biti zahtevan za deo pacijenata zbog naglih prelaza iz stanja odmora u stanje maksimalnog napora i ograničenog vremena za oporavak između intervalaintervalu [64] [51].

Zbog toga kao praktičniju i bezbedniju alternativu predlažemo a preporučujemo našu inovativnu metodu u vidu intervalnog treninga sa varijabilnim intenzitetom (VIIT), koji podrazumeva smenjivanje vežbi različitog intenziteta uz pauze. Konkretno, nakon vežbe višeg intenziteta sledi pauza, zatim vežba nižeg intenziteta, pa ponovo pauza (npr. dinamičan skip – pauza – spor, kontrolisan čučanj – pauza). Na taj način omogućava se rad većim intenzitetom uz dovoljno vremena za oporavak, ali i povećanje ukupnog obima aktivnosti, jer ovakav tip treninga može trajati duže. Dodatno, dinamična promena intenziteta i tipa vežbi često se doživljava kao zanimljivija i subjektivno manje naporna [65] protokoli vežbanja pozitivne ishode u prethodnim studijama, a naredna istraživanja bi trebalo da ispituju ovakvog tipa efekta specifično kod pacijenata sa HT [65]. Slični protokoli vežbanja pokazali su pozitivne efekte i u drugim populacijama [65]. Još značajnije, naša nedavno objavljena studija, u kojoj je VIIT primenjen kod žena sa Hašimotovim tireoiditisom, pokazala je poboljšanje kardiorespiratorne sposobnosti, telesnog sastava i više domena kvaliteta života, uz značajno smanjenje nivoa TSH kod žena sa subkliničkim HT [66].

Bez obzira na tip treninga, preporučuje se da se svaka sesija završi vežbama istezanja i relaksacije [60]. Na kraju, važno je još jednom naglasiti da fizičku aktivnost uvek treba individualno prilagoditi stanju pacijenta i njegovim preferencijama, što predstavlja ključni preduslov za dugoročno pridržavanje programa i postizanje željenih efekata [48].

6. Zaključak

Hašimoto tireoiditis je kompleksno stanje koje, pored hormonskog disbalansa, obuhvata i niz funkcionalnih i psiholoških promena koje mogu otežati primenu fizičke aktivnosti. Iako postoje brojne barijere, dostupni dokazi i kliničko iskustvo ukazuju da pravilno dozirana i individualno prilagođena fizička aktivnost može značajno unaprediti funkcionalne sposobnosti, kvalitet života i opšte zdravstveno stanje ovih pacijenata.

Ključ uspešne primene je u postepenom uvođenju, individualizaciji programa, praćenju reakcije na opterećenje i usklađivanju treninga sa terapijom. Poseban značaj imaju kombinovani oblici treninga, koji uključuju aerobne aktivnosti, vežbe snage i kontrolisane intervalne metode.

I pored rastućeg broja dokaza, fizička aktivnost još uvek nije dovoljno integrisana u standardni pristup lečenju, a nedostatak jasnih smernica otežava njenu primenu. Zbog toga je neophodno dalje povezivanje naučnih saznanja i praktične primene, kako bi fizička aktivnost postala sastavni deo terapijskog pristupa kod osoba sa Hašimoto tireoiditisom.

Etička dozvola: Ovaj rad je deskriptivnog tipa, te odobrenje etičkog komiteta nije bilo potrebno.

Sukob interesa : Autor izjavljuje da ne postoje sukobi interesa

Izvori finansiranja : Rad nije finansiran

Projekat : Rad nije nastao u okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

Literatura :

1. Klubo-Gwiedzinska, J. and L. Wartofsky, 0 Hashimoto thyro0 iditis: an evidence-based guide to etiology, diagnosis and treatment. Polish archives of internal medicine, 2022. 0 132(3).
2. Hanke L, W.L., Geisler S, Diel P, Isenmann E, 0 The influence of nutrition and exercise on untreated subclinical hypothyroidism: A systematic review. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 2022. 0 73: pp. 167–174.
3. Pandrc, M.S., et al., 0 The effect of early substitution of subclinical hypothyroidism on biochemical blood parameters and the quality of life. Journal of medical biochemistry, 2017. 0 36(2): p. 127.
4. Akamizu, T. and N. Amino, 0 Hashimoto's thyroiditis, K.R. In Endotext; Feingold, Anawalt, B., Boyce, A., Chrousos, G., de Herder, W.W., Dhatariya, K., Dungan, K.,

- Hershman, J.M., Hofland, J., Kalra, S., Eds.; MDText: Dartmouth, MA, USA, 2017., Editor. 2015.
5. Ahmad, A.M., et al., 0 Effects of aerobic, resistance, and combined training on thyroid function and quality of life in hypothyroidism. A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 2023.
 6. Jonklaas, J., 0 Persistent hypothyroid symptoms in a patient with a normal thyroid stimulating hormone level. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 2017. 0 24(5): pp. 356–363.
 7. Babić Leko, M., et al., 0 Environmental factors affecting thyroid-stimulating hormone and thyroid hormone levels. *International journal of molecular sciences*, 2021. 0 22(12): p. 6521.
 8. Sundus, H., et al., 0 Effect of long-term exercise-based interventions on thyroid function in hypothyroidism: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 2025: p. 103196.
 9. Duñabeitia, I., et al., 0 Effect of physical exercise in people with hypothyroidism: systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of clinical and laboratory investigation*, 2023. 0 83(8): pp. 523–532.
 10. Werneck, F.Z., et al., 0 Exercise training improves quality of life in women with subclinical hypothyroidism: a randomized clinical trial. *Archives of endocrinology and metabolism*, 2018. 0 62: pp. 530–536.
 11. Klein, I.J.B.s.h.d.A.t.o.c.m.t.e.P., Pa. WB Saunders, 0 Endocrine disorders and cardiovascular disease. 2005. 2051–2065.
 12. Mavromati, M. and F.R. Jornayvaz, 0 Hypothyroidism-associated dyslipidemia: potential molecular mechanisms leading to NAFLD. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021. 0 22(23): p. 12797.
 13. Sinha, R.A., B.K. Singh, and P.M. Yen, 0 Direct effects of thyroid hormones on hepatic lipid metabolism. *Nature Reviews Endocrinology*, 2018. 0 14(5): pp. 259–269.
 14. Xiang, G., et al., 0 Regular aerobic exercise training improves endothelium-dependent arterial dilation in patients with subclinical hypothyroidism. *European Journal of Endocrinology of the European Federation of Endocrine Societies*, 2009. 0 161(5): pp. 755–761.
 15. Yamakawa, H., et al., 0 Thyroid hormone plays an important role in cardiac function: from bench to bedside. *Frontiers in physiology*, 2021. 0 12: p. 606931.
 16. Gonçalves, A., et al., 0 Effect of thyroid hormones on cardiovascular and muscle systems and on exercise tolerance: a brief review. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 2006. 0 87: p. e45–e47.
 17. Lankhaar, J.A., et al., 0 Impact of overt and subclinical hypothyroidism on exercise tolerance: a systematic review. *Research Quarterly for Exercise Sport*, 2014. 0 85(3): pp. 365–389.
 18. Jordan, B., et al., 0 Physical fatigability and muscle pain in patients with Hashimoto thyroiditis. *Journal of Neurology*, 2021. 0 268: pp. 2441–2449.
 19. Bansal, A., et al., 0 The effect of regular physical exercise on the thyroid function of treated hypothyroid patients: An interventional study at a tertiary care center in

- Bastar region of India. *Archives of Medicine Health Sciences*, 2015. 0 3(2): pp. 244–246.
20. Abbas, M.A.M., S.M. El Badrey, and A.M. ElDeeb, 0 Effect of aerobic exercises on the thyroid hormones in treated hypothyroid pregnant women. *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*, 2019. 0 9(4-2019): pp. 49–53.
 21. Baylor, L. and A. Hackney, 0 Resting thyroid and leptin hormone changes in women following intense, prolonged exercise training. *European Journal of Applied Physiology*, 2003. 0 88: pp. 480–484.
 22. Fortunato, R.S., et al., 0 The effect of acute exercise session on thyroid hormone economy in rats. *Journal of Endocrinology*, 2008. 0 198(2): pp. 347–354.
 23. Lesmana, R., et al., 0 The change in thyroid hormone signaling by altered training intensity in male rat skeletal muscle. *Endocrine Journal*, 2016. 0 63(8): pp. 727–738.
 24. Sefat, S.M., R. Shabani, and M. Nazari, 0 The effect of concurrent aerobic-resistance training on thyroid hormones, blood glucose hemostasis, and blood lipid indices in overweight girls with hypothyroidism. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 2019. 0 40(3).
 25. Xiang, G., et al., 0 Change of plasma osteoprotegerin and its association with endothelial dysfunction before and after exercise in Hashimoto's thyroiditis with euthyroidism. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 2012. 0 120(09): pp. 529–534.
 26. Ahn, N., H.S. Kim, and K. Kim, 0 Exercise training–induced changes in metabolic syndrome parameters, carotid wall thickness, and thyroid function in middle-aged women with subclinical hypothyroidism. *Pflugers Arch*, 2019. 0 471: pp. 479–489.
 27. Garces-Arteaga, A., et al., 0 Influence of a Medium-Impact Exercise Program on Health-Related Quality of Life and Cardiorespiratory Fitness in Females with Subclinical Hypothyroidism: An Open-Label Pilot Study. *Journal of Thyroid Research*, 2013. 0 1.
 28. Elgayar, S.L., S. Elgendy, and T.M. Youssef, 0 Comparative effects of aerobic, resistance, and combined exercises on depression and sleep quality in women with controlled hypothyroidism. A randomized controlled trial. *Advances in Rehabilitation*, 2024. 0 38(1).
 29. Mikkelsen, K., et al., 0 Exercise and mental health. *Maturitas*, 2017. 0 106: pp. 48–56.
 30. Basiura, K., et al., 0 The association between hypothyroidism, mental disorders and physical activity: a comprehensive review. *Quality in Sport*, 2024. 0 16: pp. 52499–52499.
 31. Caraccio, N., et al., 0 Muscle metabolism and exercise tolerance in subclinical hypothyroidism: a controlled trial of levothyroxine. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 2005. 0 90(7): pp. 4057–4062.
 32. Lankhaar, J.A., et al., 0 Physical activity, sports participation and exercise-related constraints in adult women with primary hypothyroidism treated with thyroid hormone replacement therapy. *Journal of sports sciences*, 2021. 0 39(21): pp. 2493–2502.
 33. Gacek, M., A. Wojtowicz, and J. Kędzior. 0 Physical Activity, nutritional behaviours and depressive symptoms in women with Hashimoto's disease. in 0 *Healthcare*. 2025. MDPI.

34. Yalcin, M.M., et al., 0 Is thyroid autoimmunity itself associated with psychological well-being in euthyroid Hashimoto's thyroiditis? *Endocrine journal*, 2017. 0 64(4): pp. 425–429.
35. Siegmann, E.-M., et al., 0 Association of depression and anxiety disorders with autoimmune thyroiditis: a systematic review and meta-analysis. *JAMA psychiatry*, 2018. 0 75(6): pp. 577–585.
36. Dubniewicz, E., et al., 0 The Association between Hypothyroidism and Mental Health: A Literature Review. *Journal of Education, Health and Sport*, 2025. 0 79: pp. 57866–57866.
37. Stanić, G., et al., 0 Association between affective temperaments and psychosomatic symptoms in women with Hashimoto's thyroiditis. *Plos one*, 2023. 0 18(8): p. e0290066.
38. Slocum, K. and F.I. Bilican, 0 Dialectical Behaviour Therapy Skills Training and Group Cognitive Behavioural Therapy for Hashimoto's Disease: Data on Quality of Life, Stress and Related Variables From a Randomised Controlled Trial. *Counselling and Psychotherapy Research*, 2025. 0 25(2): p. e70020.
39. Mithal, A., M. Dharmalingam, and N. Tewari, 0 Are patients with primary hypothyroidism in India receiving appropriate thyroxine replacement? An observational study. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 2014. 0 18(1): pp. 83–88.
40. Okosieme, O.E., et al., 0 Adequacy of thyroid hormone replacement in a general population. *QJM: An International Journal of Medicine*, 2011. 0 104(5): pp. 395–401.
41. Feldt-Rasmussen, U., et al., 0 Risks of suboptimal and excessive thyroid hormone replacement across ages. *Journal of Endocrinological Investigation*, 2024. 0 47(5): pp. 1083–1090.
42. Deslippe, A.L., et al., 0 Barriers and facilitators to diet, physical activity and lifestyle behavior intervention adherence: a qualitative systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2023. 0 20(1): p. 14.
43. Collado-Mateo, D., et al., 0 Key factors associated with adherence to physical exercise in patients with chronic diseases and older adults: an umbrella review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021. 0 18(4): p. 2023.
44. Tao, D., et al., 0 Integration of exercise prescription into medical provision as a treatment for non-communicable diseases: A scoping review. *Frontiers in Public Health*, 2023. 0 11: p. 1126244.
45. Tao, D., et al., 0 Health policy considerations for combining exercise prescription into noncommunicable diseases treatment: a narrative literature review. *Frontiers in Public Health*, 2023. 0 11: p. 1219676.
46. Ranasinghe, M.P., et al., 0 Contemporary national and international guidelines on physical activity and sedentary behaviour for people living with chronic conditions, disability and advanced age: a scoping review. *British Journal of Sports Medicine*, 2025. 0 59(6): pp. 385–408.
47. Skrzypiec-Spring, M., et al., 0 Autoimmune Thyroid Diseases and Physical Activity and Sports—More Unknowns than Facts. *Biomedicines*, 2025. 0 13(10): p. 2352.

48. RIEBE, D., et al., 0 Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2015. 0 47(11): pp. 2473–2479.
49. Durey, M.B., *THE The ROLE role of pre-exercise screening in professional practice: risk assessment and clinical descision-making. OF PRE-EXERCISE SCREENING IN PROFESSIONAL PRACTICE: RISK ASSESSMENT AND CLINICAL DESCISION-MAKING*. *Journal of Clinical Exercise Physiology*, 2026. 0 15(s2): pp. 151–152.
50. Strohacker, K., et al., 0 Contextualising flexible nonlinear periodization as a person-adaptive behavioral model for exercise maintenance. *Health Psychology Review*, 2024. 0 18(2): pp. 285–298.
51. Löllgen, H. and D. Leyk, 0 Exercise testing in sports medicine. *Deutsches Ärzteblatt International*, 2018. 0 115(24): p. 409.
52. Reed, J.L., et al., 0 Submaximal exercise testing in cardiovascular rehabilitation settings (BEST Study). *Frontiers in Physiology*, 2020. 0 10: p. 1517.
53. Ignjatović, A., P. Hofmann, and D. Radovanović, 0 Non-invasive determination of the anaerobic threshold based on the heart rate deflection point. *Facta Universitatis: Series Physical Education and Sport*, 2008. 0 6(1): pp. 1–10.
54. Bettariga, F., et al., 0 Periodizing Exercise Medicine Prescription for Patients with Cancer: A Narrative Opinion: F. Bettariga et al. *Sports Medicine*, 2025: pp. 1–13.
55. Almas, S.P., et al., 0 Heart rate kinetics during exercise in patients with subclinical hypothyroidism. *Journal of applied physiology*, 2017. 0 122(4): pp. 893–898.
56. Scherr, J., et al., 0 Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, 2013. 0 113(1): pp. 147–155.
57. Laurent, C.M., et al., 0 A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011. 0 25(3): pp. 620–628.
58. Cadegiani, F.A. and C.E.J.B.S.S. Kater, Medicine, 0 Hormonal aspects of overtraining syndrome: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2017. 0 9(1): p. 14.
59. Biondi, B. and I. Klein, 0 Hypothyroidism as a risk factor for cardiovascular disease. *Endocrine*, 2004. 0 24(1): pp. 1–13.
60. Amrita, C., et al., 0 Can Yoga Help to Manage the Symptoms of Thyroid Diseases? *International Journal of Yoga*, 2025. 0 18(1): pp. 3–12.
61. Bull, F.C., et al., 0 World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 2020. 0 54(24): pp. 1451–1462.
62. Tudor-Locke, C., et al., 0 How many steps/day are enough? For adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2011. 0 8(1): p. 79.
63. Yadav, P. and R. Verma, 0 Impact of aerobic and resistance training on thyroid-stimulating hormone in hypothyroidism. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 2022. 0 13: pp. 1751–1762.

64. Abassi, W., et al., 0 Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on thyroid hormones in overweight/obese adolescent girls. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 2020. 0 41(4): p. 20200031.
65. Si, H., et al., 0 Effects of variable-intensity interval training and moderate-intensity continuous aerobic exercise on executive function and underlying neural mechanisms in male college students. *Frontiers in Psychology*, 2025. 0 16: p. 1643698.
66. Rebić, N., et al., *Variable intensity interval training improves cardiorespiratory fitness and quality of life across Hashimoto's stages and lowers TSH in subclinical patients: a 12-week supervised study*. *European Journal of Applied Physiology*, 2026. doi: 10.1007/s00421-026-06375-7.