

Fiziologija u svojstvu treninga

B O D Y
T E H N I K A

1. UVOD

Sportska fiziologija je znanstvena disciplina koja izučava funkciju organizma povezanu s fizičkom aktivnosti. Ona izučava ponašanje funkcija organa, organskih sustava i organizma neposredno prije, za vrijeme i neposredno nakon fizičke aktivnosti (u oporavku). Tako dobivene spoznaje nam pomažu u pripremi, programiranju i lakšoj kontroli efekata koji nastaju pod utjecajem trenažnih opterećenja.

Ljudsko tijelo je organizirani sustav koji funkcionalno sjedinjuje tjelesne stanice i tjelesne tekućine. Stanice su osnovne jedinice organizma, i svaka od njih ima svoju specifičnu građu i funkciju (pokrovne, mišićne, vezivne, živčane...). Istovrsne stanice u tijelu formiraju tkivo, a pojedina tkiva u određenom strukturalnom i funkcionalnom odnosu čine organe. Organi povezani u određenom anatomskom slijedu ili u bliskom funkcionalnom odnosu tvore organske sustave (npr. usta, ždrijelo, jednjak, želudac, tanko i debelo crijevo čine probavni sustav).

Prema navedenom kriteriju organizam tako tvore:

1. pokrovni sustav (koža sa svojim tvorevinama: žlijezde, nokti, dlake)
2. sustav za kretanje - lokomotorni (pasivni dio: kosti i zglobovi; aktivni: mišići)
3. živčani sustav (sa specijalnim osjetilnim tjelešcima)
4. srčano-žilni (kardio-vaskularni)
5. limfni (drenažni)
6. dišni (respiracijski)
7. mokraćni (uropoetski)
8. probavni (alimentarni)
9. sustav žlijezda s unutrašnjim izlučivanjem (endokrini)
10. krvotvorni (hematopoetski)
11. spolni (reproduktivni)

2. ENERGETSKA OSNOVA TJELESNE AKTIVNOSTI

Tjelesna aktivnost neposredan je učinak aktivnosti sustava za kretanje, pri kojem u mišićima oslobođena energija djeluje na kosti (mehaničke poluge ljudskog organizma). Vrsta, količina i brzina oslobođene energije bitno se razlikuju u različitim oblicima aktivnosti, a mišićna je stanica sposobna koristiti različite izvore energije koje se bitno kemijski razlikuju. Tvari koje oslobađaju energiju u mišićnim stanicama mogu se razgrađivati bez i uz prisustvo kisika (tako ih dijelimo na anaerobne fosfagene i glikolitičke, te aerobne).

Potrošnja energije može se promatrati:

- u mirovanju (za osnovne fiziološke i biokemijske procese)
- tijekom aktivnosti (za mehanički rad)
- tijekom oporavka (za energetske i restitucijske – obnovljive procese).

U svakoj od tih faza organizmu je potrebna određena količina energije u jedinici vremena. Tu razinu nazivamo energetska potreba, a izražava se primitkom kisika (mjerna jedinica: litra kisika, l O₂). U mirovanju je ta potreba najniža, a tijekom rada ovisi o intenzitetu i trajanju rada. Na početku svake aktivnosti potreba se isključivo zadovoljava iz anaerobnih izvora (ovisno o intenzitetu), a ako rad traje dulje od 1.5-2 minute, potreba se pretežno zadovoljava iz aerobnih izvora.

2.1. Kako dobivamo energiju?

Osnovni izvor energije u organizmu je **adenozin-tri-fosfat (ATP)**.

Kemijski gledano, to je molekula sastavljena od adenina, riboze i tri fosfatna ostatka. Raspadanjem ATP-a dolazi do odvajanja jednog fosfatnog radikala, pri čemu se stvara energija. Dakle:



Međutim, količina ATP-a je vrlo ograničena i ukupno je ima za jedva 4- 5 sekundi rada, stoga ju je neophodno nadomjestiti dodatnim izvorima. Važno je naglasiti da je ATP jedini direktno iskoristivi izvor energije za mišićnu kontrakciju, te da svi ostali izvori energije koji će biti nabrojani imaju za zadaću isključivo resintetizirati (obnoviti) potrebne količine ATP-a.

Prvi izvor iz kojeg se sintetizira ATP je **kreatin fosfat (CP)**. Ovaj spoj zajedno s preostalim ADP-om (adenozin-di-fosfat) ponovno restaurira ATP i to na sljedeći način:



I ovo je vrlo limitiran izvor energije i količina pohranjenog kreatin fosfata dovoljna je za jedva 10-ak sekundi resinteze ATP-a.

Za daljnje dobivanje energije koja služi za resintezu ATP-a koriste se ugljikohidrati, točnije glukoza. Zašto glukoza? Zato jer samo glukozu, koja je najjednostavniji šećer, organizam može iskoristiti za dobivanje energije. Sve ostale ugljikohidrate najprije treba „pretvoriti“ u glukozu, pa tek zatim „trošiti“ kao energiju. „Pretvorba“ glukoze u energiju vrši se putem anaerobne glikolize (u anaerobnim uvjetima, bez prisustva kisika, u aktivnostima visokog intenziteta kada se sporiji aerobni putovi dobivanja energije ne uključuju dovoljno brzo).

Anaerobna glikoliza je naziv za niz kemijskih reakcija kod kojih iz pohranjenog glikogena* kroz mnogo međuprodukata nastaju dva konačna produkta:

pirogroždana kiselina i ion vodika. Iz pirogroždane kiseline uz LDH (laktat dehidrogenazu) nastaje **mliječna kiselina** (laktat).

Iako na prvi pogled stvaranje mliječne kiseline izgleda kao negativna posljedica obavljanja rada u anaerobnim uvjetima, ona je „nužno zlo“ koje omogućuje organizmu da rad visokog intenziteta obavlja kroz duže vrijeme. Pojednostavljeno, kada se iz pirogroždane kiseline ne bi stvarala mliječna kiselina, nego bi se pirogroždana kiselina i dalje nakupljala, njezina bi koncentracija usporavala proces anaerobne glikolize, a time i dobivanje energije dok ga na kraju ne bi potpuno blokirala.

* Glikogen – vrsta ugljikohidrata u koji se „pospremaju“ probavljeni i apsorbirani tjelesni ugljikohidrati. On se pretvara u glukozu kada se za to javi potreba.

≈ Da ponovimo, anaerobni **fosfageni procesi** (za aktivnosti u trajanju do 30 sekundi):



↓



≈ U situacijama kad aktivnosti traju od 30 sekundi do 3 minute, uključuju se anaerobni **glikolitički procesi**:

glikogen

↓

glukoza

↓

ion vodika (H) + pirogroždana kiselina ↓ LDH ↓ mliječna kiselina

↓ acetilkoenzim A

↓ Krebsov ciklus ↓ 36 molekula ATP

ATP adenzin-tri-fosfat

ADP adenzin-di-fosfat

CP kreatin-fosfat

PO₄ anorganski fosfat

E energija

LDH enzim laktat dehidrogenaza

Pri nižim intenzitetima aktivnosti, kada kardiovaskularni sustav doprema dovoljno kisika potrebnog za izvršenje rada, koncentracija mliječne kiseline raste u organizmu vrlo sporo. Pri tim nižim intenzitetima organizam svojim puferskim sustavima i cirkulacijom uspijeva usporiti nakupljanje mliječne kiseline i njena koncentracija je uglavnom stalna.

Ako se intenzitet aktivnosti povećava, tada dolazi do međusobnog preklapanja aerobne i anaerobne produkcije energije. Kada aerobni metabolizam ne može zadovoljavati potrebe organizma za energijom, dolazi do pojačane anaerobne razgradnje glukoze i do naglog nagomilavanja mliječne kiseline jer organizam nije više u stanju puferima i cirkulacijom otklanjati toliku količinu laktata iz mišića. Time se snižava pH vrijednost krvi i onemogućava kontrakcija mišića. Tu pojavu vježbač opisuje kao opći umor i osjeća malaksalost.

Kako poboljšati uklanjanje laktata u mišiću za vrijeme aktivnosti?

1. uklanjanjem putem cirkulacije krvi: povećanjem minutnog volumena srca i broja kapilara oko mišićnog vlakna,
2. uklanjanjem putem neaktivnih mišićnih vlakana: u tijeku neke aktivnosti nisu sva vlakna istog mišića jednako regrutirana. Neaktivna vlakna imaju manju koncentraciju mliječne kiseline u sebi. Poboljšanjem tehnike izvođenja pokreta možemo promijeniti omjer aktivnih i neaktivnih vlakana, tako da boljom tehnikom za istu aktivnost koristimo manje mišićnih vlakana. Tako će na raspolaganju biti više neaktivnih jedinica koje će na sebe „navlačiti“ mliječnu kiselinu iz aktivnih vlakana i oksidirati je. Na taj se način odgađa nastanak kiselosti i umora.

2.2. Deficit kisika

Količina anaerobne energije potrebne za aktivnosti na početku rada naziva se **deficit kisika**. To je razlika između energetske potrebe i potrošnje kisika na početku rada. Potreba se zadovoljava iz fosfagene (alaktatne) i glikolitičke (laktatne) energije. Iako se energija dobiva iz anaerobnih izvora, jedinica mjere izražava se u litrama kisika (l O₂). Maksimalno očitovani deficit kisika odraz je maksimalne energije koju pojedinac može osloboditi. To je veličina **anaerobnog energetskeg kapaciteta**.

Primitak kisika na početku rada raste do stabilnog stanja u kojem doseže energetske potrebu. To stanje se još naziva **aerobni kapacitet** ili **maksimalni primitak kisika**.

Razlike između anaerobnih i aerobnih kapaciteta uvelike se razlikuju kod treniranih i netreniranih osoba. Čak su prisutne i bitnije razlike između vrhunskih sportaša pojedinih sportova (npr. biatlonca i stolnotenisača).

2.3. Dug kisika

Dug kisika zapravo je energetske oporavak nakon rada. To je ukupna količina kisika koju organizam potroši u mirovanju za energetske i homeostatske* restituciju. Na taj se način obnavljaju anaerobni izvori energije.

Satima nakon dugotrajne naporne aktivnosti, kada je energetske dug već odavno otplaćen, primitak kisika ne pada na razinu bazalnog metabolizma koji je bio izmjeren prije aktivnosti. To se dešava zbog povećane aktivnosti srca i dišnih mišića, zbog potrebe za kisikom u tkivima radi povišene tjelesne temperature, te zbog još uvijek povišene koncentracije adrenalina i noradrenalina (hormoni nadbubrežne žlijezde).

*Homeostaza – fiziološki uvjeti unutar stanice koji omogućavaju normalan metabolizam, normalno korištenje kisika iz atmosfere, dovoljnu uhranjenost i pravilno izlučivanje otpadnih produkata. To je tendencija organizma da održi stanje fiziološke ravnoteže.

3. FIZIOLOGIJA MIŠIĆA

3.1. Građa mišićne stanice

Vlakno mišićne stanice debljine je 1/10 mm, a dužine i do 10 cm.

Obavijeno je staničnom membranom, uz koju s vanjske strane čvrsto prijanja tanka vezivna opna. Ona s identičnim opnama drugih stanica prelazi na krajevima mišića u tetivu – jaku neelastičnu tvorbu što na hvatištu urasta u kost.

Unutrašnjost mišićne stanice ispunjavaju stotine uzdužno postavljenih vlakana – miofibrila, koje u svojim segmentima (sarkomerama) sadržavaju kontraktilne elemente. Sarkomere duljine 2 nm međusobno su odijeljene poprečnim z-pločama. Taj prostor popunjavaju dvije vrste uzdužno postavljenih nitastih bjelancevina: miozin i aktin.

Na svaku mišićnu stanicu pristupa završetak vlakna motoričkog živca.

Na tom se mjestu nalazi struktura nazvana motorička ploča ili neuromuskularna sinapsa.

Što je fiziološki poprečni presjek mišića veći, veća je i sila koju taj mišić može razviti. Pod utjecajem treninga snage dolazi do strukturalnog povećanja dužine i debljine mišićnih stanica, što je ujedno i pokazatelj povećanja sile koju ti mišići mogu razviti.

U građi mišića u principu razlikujemo dvije vrste mišićnih vlakana: bijela (anaerobna, brza) i crvena (aerobna, spora). Crvena su vlakna upravo te boje jer se na njih veže krvni pigment **hemoglobin**, koji je sastavni dio eritrocita (crvenih krvnih stanica). Kisik se veže na ione željeza na hemoglobinu i tako se prenosi do tkiva te u stanicama sudjeluje u aerobnim energetske procesima.

Većina mišića u tijelu ima podjednak broj crvenih i bijelih mišićnih vlakana, i taj je broj nakon rođenja nepromjenjiv (tijekom života ne stvaraju se nova vlakna). Postoje specifični mišići koji zbog svoje funkcije nemaju podjednak broj crvenih i bijelih vlakana; npr. m. soleus sadrži 25-40 % više crvenih vlakana od ostalih mišića nogu, m. triceps brahii ima 10-30 % više bijelih vlakana od ostalih mišića ruku.

3.2. Mehanizam kontrakcije

Iz živčanog završetka na mjestu motoričke ploče izlučuje se, djelovanjem živčanih impulsa, kemijska tvar acetilkolin, koja podražaje prenosi na mišićnu stanicu. Utjecajem acetilkolina mijenja se propusnost membrane mišićne stanice za ione natrija i kalija, pa nastaju električne promjene nazvane akcijski potencijal. Te promjene omogućavaju difuziju iona kalcija u sarkoplazmu, gdje kalcij aktivira mehanizam kontrakcije: klizanje aktinskih niti prema sredini sarkomere, što rezultira njenim skraćanjem, ali i skraćanjem dužine cijele mišićne stanice i mišića u cjelini.

Kad živčani impulsi prestanu dolaziti, kalcijevi se ioni aktivnim transportom vraćaju u uzdužne cjevčice, čime prestaje aktivacija kontraktalnog mehanizma i dolazi do relaksacije mišićne stanice, odnosno mišića u cjelini.

B O D Y

3.3. Tipovi mišićne kontrakcije

T E H N I K A

Aktiviranjem mehanizma kontrakcije, mišić djeluje protiv vanjske sile preko koštane poluge.

Ako je očitovana sila veća ili manja od vanjske, mišić se skraćuje ili izdužuje i tada govorimo o **izotoničkoj kontrakciji** (grč. isos = isti; tonus = napetost), jer sila kontrakcije tijekom čitavog pokreta ostaje ista.

Kao tipove izotoničke kontrakcije mnoge literature navode ekscentričnu i koncentričnu kontrakciju.

Ekscentrična kontrakcija je ona kod koje se mišić produljuje, jer je vanjska sila veća od sile izazvane mišićnom kontrakcijom. Do takve mišićne kontrakcije dolazi, primjerice, prilikom doskoka (amortizacije) ili kod spuštanja tijela u visu na rukama (zgib).

Koncentrična kontrakcija je ona kod koje se mišić skraćuje. Primjer takve aktivnosti mišića je odraz u vis ili podizanje tijela zgibom u visu na rukama.

Ako su stvorena i vanjska sila u ravnoteži, napetost raste, a dužina mišića ostaje nepromijenjena. U tom se slučaju govori o **izometričkoj kontrakciji** (grč. isos = isti; metron = dužina), a kako nema kretanja, radi se o tzv. pokušanom pokretu.

Ovisno o tipu kontrakcije razlikujemo **statičku** i **dinamičku** mišićnu silu.

Mišić može dozirati veličinu stvorene sile od nekog minimuma, koji nazivamo mišićni tonus, pa do maksimalne kontrakcije, efekt koji je maksimalna voljna sila – jakost.

Snaga mišića određena je:

1. brojem mišićnih vlakana koja smo sposobni angažirati
2. snagom pojedinih mišićnih vlakana (njihovom veličinom te brojem onih vlakana koja su uskladištila glikogen)
3. tehnikom izvođenja pokreta (ekonomičan utrošak energije).

Tijelo se prilagođava i štiti od stresa treninga tako da čini mišićna vlakna većim i debljim. Ta se pojava naziva **hipertrofijom** mišića.

4. DIŠNI SUSTAV

Pojam disanja označava prijenos kisika iz atmosfere do stanica, odnosno ugljičnog dioksida od stanica u atmosferu. To omogućavaju četiri povezana, a ipak relativno autonomna procesa:

1. plućna ventilacija – označava mehanizam udisaja i izdisaja, odnosno kretanje zraka između atmosfere i alveola u plućima,
2. alveolarna difuzija – odnosi se na proces difuzije kisika i ugljičnog dioksida, između alveolarnih i kapilarnih prostora u plućima,
3. krvni transport – predstavlja vezanje kisika na hemoglobin, prijenos do stanice, te prijem ugljičnog dioksida iz tkiva u krv, i
4. regulacija disanja – opisuje djelovanje živčanog centra koji upravlja ventilacijom i način na koji se pod utjecajem unutrašnjih i vanjskih čimbenika mijenja osnovni ritam disanja.

Strogo anatomski gledano, dišni se sustav sastoji od gornjih i donjih dišnih putova (nos, ždrijelo, grkljan, dušnik, dušnice), koji unutar desnog i lijevog plućnog krila završavaju u stotinama milijuna sitnih grozdastih mjehurića – alveola.

Fiziološki gledano, dišnom se sustavu moraju pripisati i međurebreni mišići, ošit (dijafragma), a dijelom i mišići trbušne preše.

4.1. Plućni volumeni i kapaciteti

Između pluća i atmosfere izmjenjuje se određena količina zraka koja se može promatrati u određenim plućnim volumenima i kapacitetima. Za mjerenje istih koriste se spirometri, a sam postupak mjerenja naziva se spirometrija.

Pri maksimalnom udahu u plućima se nalazi najveća količina zraka koja uopće stane u pluća, a naziva se **ukupni plućni kapacitet** (UPK). Kod odraslog muškarca iznosi u prosjeku 5800 ml.

Tijekom mirnog i intenzivnog disanja ventilira se samo jedan ili nešto veći dio UPK-a. Pri normalnom mirnom disanju udahne se ili izdahne samo oko 500 ml zraka, količina koja se označava kao **dišni** ili **respiracijski volumen** (DV/RV).

Postoji i količina zraka koja se stalno nalazi u plućima i ni na koji se način, kod živog čovjeka, ne može izbaciti. Nazivamo ga **ostatni** ili **rezidualni volumen** (RezV), zauzima oko 1200 ml i taj je volumen stalno prisutan u plućima i osigurava stalnu izmjenu kisika i ugljičnog dioksida između alveola i krvi.

Osim navedenih postoje još i:

- **vitalni kapacitet** – najveća količina zraka koja se nakon maksimalnog udaha može maksimalno izdahnuti. U prosjeku iznosi oko 4000 ml i sam po sebi nije nikakva mjera sportske sposobnosti, već je mjera veličine pluća
- **rezervni inspiracijski volumen** – ako se nakon normalnog udaha do maksimuma udahne zrak u pluća, u prosjeku iznosi 3000 ml
- **rezervni ekspiracijski volumen** – nakon normalnog izdaha, maksimalno se izdahne. Veličina tog volumena je 1100 ml.

Kod žena su svi navedeni volumeni i kapaciteti manji otprilike za 25% nego kod muškaraca.

4.2. Mehanika disanja

Disanje je u potpunosti mehanički proces koji ovisi o promjenama volumena u prsnoj šupljini. Mehanika disanja se uglavnom podvrgava jednom pravilu – promjena volumena dovodi do promjene pritiska koji onda dovodi do kretanja plinova koji teže izjednačavanju pritiska.

Plin, poput tekućine, ispunjava prostor u kojem se nalazi; razlika je u tome što plin uvijek ispunjava cijeli prostor. Stoga će u većem prostoru molekule plina biti udaljenije jedne od drugih i pritisak će biti manji. Ako smanjimo volumen, a količina plina ostane ista, pritisak će se povećavati. Ovaj princip vrijedi i za dvije faze disanja: udisaj i izdisaj.

Udisaj

Udisaj je faza disanja kod koje zrak ulazi u pluća. Započinje kontrakcijom dijafragme (ošita) i podizanjem prsnog koša. Na taj se način volumen pluća povećava i plinovi unutar pluća se šire kako bi ispunili povećani prostor. Rezultat toga je razlika u pritisku između pluća i atmosfere. Zrak iz atmosfere tada ulazi u pluća sve dok ne dođe do izjednačavanja vanjskog (atmosferskog) i unutarnjeg (plućnog) pritiska.

Izdisaj

Izdisaj je faza disanja u kojoj zrak izlazi iz pluća. Kod zdravih ljudi, izdisaj je većim dijelom pasivna radnja i ovisi o prirodnoj elastičnosti pluća. Kad se udisajni mišići opuste, prsni koš se spušta i time smanjuje volumen pluća. Smanjeni volumen dovodi do povećanja pritiska unutar pluća koji postaje veći od atmosferskog pritiska. Plinovi teže izjednačavanju pritiska i zrak tada izlazi iz pluća. Kod ljudi koji imaju zdravstvene tegobe (astma, bronhitis i sl.) proces izdisanja nije pasivna radnja jer se moraju uključiti mišići koji pomažu spuštanju prsnog koša.

4.3. Prilagodba disanja

Organizam se često nalazi u situaciji da osnovni ritam disanja ne odgovara fiziološkim potrebama. U tim se slučajevima osobine disanja moraju prilagoditi. Tako se, na primjer, disanje mijenja pri govoru, tijekom gutanja, za vrijeme spavanja, u različitim psihičkim reakcijama, a posebne zahtjeve pred dišni sustav stavlja mišićna aktivnost, jer je taj sustav prva karika u lancu mehanizma za prijenos kisika iz atmosfere.

Funkcijom dišnog sustava upravlja centar za disanje (respiracijski centar) smješten u područje produžene moždine i mosta u središnjem živčanom sustavu, njega čine grupe živčanih stanica, koje osiguravaju osnovni ritam disanja (frekvenciju i dubinu ventilacije), izmjenično podražavajući mišiće za udisanje i izdisanje.

Primjeri djelovanja na respiracijski centar iz viših područja mozga:

- Brokin centar za govor: šaljući impulse u mišiće grkljana, prilagođava način disanja potreban za stvaranje zračne struje koja će zatirati glasnice. Zbog toga govoru prethodi duboki udah, a nakon njega produženo kontinuirano izdisanje uz stvaranje glasa i artikulaciju riječi.
- Inaktivacija mozga tijekom spavanja usporava i aktivnost dišnog centra, pa je disanje u snu sporije i dublje.
- Različita psihička stanja (veselje, smijeh, bijes, žalost..) također mijenjaju ritam disanja.
- Ideomotorički centar u sljepoočnom režnju mijenja disanje već prije aktivacije mišića u planiranoj tjelesnoj aktivnosti. Tijekom same aktivnosti živčani impulsi koji odlaze u mišiće, paralelno aktiviraju i centar za disanje, što rezultira povećanom ventilacijom, odnosno, povećanim unosom kisika i povećanim izdisanjem ugljičnog dioksida.
- Impulsi s periferije, iz pluća, zglobova ili kože, također mogu mijenjati osnovnu aktivnost. Rastezanje pluća aktivira receptore, koji refleksno preko dišnog centra obuzdavaju daljnje udisanje.
- Jaki podražaji na kožne receptore, kao što su udarci ili polijevanje hladnom vodom snažno aktiviraju dišni centar, pogotovo kada je njegova aktivnost smanjena (npr. pri gubitku svijesti).

5. SRČANO - ŽILNI SUSTAV

Nakon dišnog sustava, srčano-žilni sustav predstavlja sljedeću kariku u prijenosu kisika iz atmosfere u tkiva.

Svrha rada cijelog ovog sustava sastoji se u mogućnosti tjeranja i provođenja krvi kroz organizam, da bi se svakom njegovom, pa i najmanjem dijelu omogućilo primanje hranjivih sastojaka i kisika, odnosno da bi se otplavile štetne ili nepotrebne tvari nastale razgradnjom u stanici.

Cirkulacija krvi odvija se u dva kružna sustava (veliki i mali krvotok), u središtu kojih se nalazi srce. S funkcionalnog stajališta srce se može podijeliti na tzv. lijevo i desno srce, koji anatomski čini jednu cjelinu.

Veliki ili sistemski krvotok krvlju opskrbljuje organske sustave. Raznosi kisik po svim njegovim dijelovima, da bi nakon toga iz njih primio ugljični dioksid i otpadne tvari te ih prenio u srce i preko njega u mali krvotok. Počinje najvećom arterijom (aortom) u lijevom atriju. Aorta se grana na velike, pa na sve manje arterije, a one se nastavljaju granati na najmanje krvne žile – kapilare. Na razini tkivnih kapilara izlaskom kisika i ulaskom ugljičnog dioksida, krv postaje venska. Preko kapilara venska krv ulazi u venski sustav, kojim se preko gornje i donje šuplje vene krv ubacuje u desni atrij srca.

Mali ili plućni krvotok započinje u desnom atriju arterijom pulmonaris koja prebacuje krv u sve manje arterije pluća. Funkcija malog krvotoka je donošenje ugljičnog dioksida u pluća i njegovo predavanje plućnim alveolama, da bi nakon toga preuzeo iz pluća kisik i odnio ga u srce, te preko njega u veliki krvotok. Karakteristika malog krvotoka je da kroz njegove arterije teče venska krv, a kroz vene oksigenirana. Prividni paradoks ima opravdanje u dogovoru da se sve žile koje odvođaju krv iz srca nazivaju arterijama, a one koje dovode krv u srce venama, bez obzira kakva krv teče njima.

5.1. Osnove fiziologije srca

Srce se ritmički steže i rasteže brzinom od 60 do 80 otkucaja u minuti.

Otvaranje i zatvaranje zalistaka na srčanim valvulama vrši sam tok krvi, a zvuk koji pri tom nastaje čuje se kao srčani otkucaj. Brzina rada srca, a prema tome i brzina kretanja krvi kroz žile krvotoka, ovisi o potrošnji kisika u tkivima, ili bolje rečeno, brzinu kretanja krvi određuje „glad“ za kisikom. Djelovanjem simpatikusa srčana akcija se može ubrzati i na 150, a kod vrhunskih sportaša i na 190 otkucaja u minuti.

Izbacivanjem krvi iz srca u aortu, u njoj nastaje povišeni tlak, jer je krv iz srca izbačena pod pritiskom od oko 160 mm Hg, koliki tlak zapravo vlada u lijevom atriju za vrijeme sistole*.

Taj tlak po završetku sistole pada, jer se aorta u fazi dijastole** suzi kako bi održala stalan kontinuitet toka krvi. Zato je tlak koji vlada u aorti, a preko nje i u ostalim arterijama različit: u fazi sistole je viši i naziva se sistolički tlak, a u fazi dijastole niži te se naziva dijastolički tlak.

Veličina tlaka čovjeka određuje se uvijek mjerenjem na istoj arteriji, a to je arterija brahijalis (a. brachialis), uz pomoć živinih ili manometarskih tlakomjera.

Normalne vrijednosti tlaka u odraslog čovjeka kreću se između:

→ 110 i 145 mm Hg za sistolički

→ 65 i 90 mm Hg za dijastolički tlak

Prosječno, tlak odraslog čovjeka iznosi oko 120/80 mm Hg.

Svaki tlak koji je viši od 145 mm Hg sistoličkog i 90 mm Hg dijastoličkog, nazivamo **povišeni tlak** ili **hipertonija**, a svaki tlak koji je niži od 115 mm Hg sistoličkog i 60 mm Hg dijastoličkog nazivamo **sniženi tlak** ili **hipotonija**.

* Sistola – stezanje srčanog mišića

** Dijastola – širenje srca

5.2. Sportsko srce

Kako bi se postigla velika funkcionalna sposobnost srca, sportaš se mora podvrgnuti višegodišnjem aerobnom treningu.

Kao što skeletni mišići mijenjaju svoje strukturalne i funkcionalne karakteristike pod utjecajem treninga jakosti (hipertrofija), tako dugotrajni trening opće aerobne izdržljivosti posebno snažno aktivira transportni sustav za kisik i ciljano djeluje na funkcionalne karakteristike miokarda (srčanog mišića).

Sportsko srce je trenažnim procesom povećano srce visoke funkcionalne sposobnosti. Strukturalna razlika u odnosu na netrenirano srce očituje se prvenstveno u masi i volumenu. Dok je netrenirano srce mlađeg odraslog muškarca teško oko 300 g, sportsko srce može dosegnuti i do 500 g. Volumen srca netreniranog muškarca je 750 – 800 ml (kod žena 450 – 500 ml), volumen sportskog srca je 900 – 1200 ml, a u iznimnim slučajevima i 1500 – 1700 ml. U takvom je srcu povećana masa srčanih stjenki, ali i volumen srčanih šupljina.

Trenirana osoba sportskog srca tako ima nižu frekvenciju srca u mirovanju i u submaksimalnom opterećenju.

B O D Y
T E H N I K A

6. Pitanja

1. Što je energetska potreba?
2. Koji je osnovni izvor energije u organizmu?
3. Koji šećer organizam koristi za dobivanje energije?
4. Što je anaerobna glikoza?
5. Kako se može poboljšati uklanjanje laktata za vrijeme aktivnosti?
6. Što je deficit kisika?
7. Kolika je debljina i dužina vlakna mišićne stanice?
8. Koje su dvije vrste mišićnih vlakana?
9. Opiši mehanizam kontrakcije mišića!
10. Što je izotonička, a što izometrička kontrakcija?
11. Čime je određena snaga mišića?
12. Što je ukupni plućni kapacitet (UPK)?
13. Opiši fazu udisaja?
14. Kako Brokin centar može djelovati na respiracijski centar?
15. Koja je najveća arterija u tijelu?
16. Koliko puta se srce stegne i rasteagne u jednoj minuti?
17. Koje su normalne vrijednosti sistoličkog tlaka?
18. Što je hipotonija?
19. Što je sportsko srce?
20. Kolika je prosječna težina srca kod muškaraca, a kolika kod žena?

Fiziologija u svojstvu treninga

(ključni dijelovi skripte)

stranica

| | |
|--|----|
| • Izvori energije | 3 |
| • Mliječna kiselina | 4 |
| • Uklanjanje mliječne kiseline za vrijeme aktivnosti | 6 |
| • Dug kisika | 7 |
| • Građa mišićne stanice | 8 |
| • Mehanizam kontrakcije | 9 |
| • Dišni sustav, plućni volumen i kapaciteti | 11 |
| • Faze disanja | 13 |
| • Veliki i mali krvotok | 15 |
| • Osnove fiziologije srca | 16 |
| • Hipertonija i hipotonija | 16 |