

**RAZVOJ
NERVNOG
ENDOKRINOG
KARDIOVASKULARNOG
RESPIRATORNOG SISTEMA**

MOTORIČKIH KARAKTERISTIKA

(odabrana poglavlja iz knjige Dušana Ugarkovića: Biomedicinske osnove sporta)

RAZVOJ NEURO-VEGETATIVNOG SISTEMA

Poznato je da nervni sistem u čoveka uslovno možemo podeliti na:

1. periferni (PNS) i
2. centralni nervni sistem (CNS).

Pod perifernim, koga najčešće nazivamo i vegetativnim nervnim sistemom, podrazumevamo onaj deo nervnog sistema koji je zadužen za kontrolisanje rada unutrašnjih organa (srca, creva, bubrega itd.) **bez kontrole svesti-autonomno**, automatizmom koji je specifičan za svaku životinjsku vrstu i određen je genetskom šifrom. Naravno, budući da vegetativni nervni sistem, pored perifernih, poseduje i svoje centre smeštene u funkcionalno višim partijama mozga, nemožemo ga odvajati od centralnog nervnog sistema.

Periferni nervni sistem možemo podeliti na:

- SIMPATIKUSNI i
- PARASIMPATIKUSNI deo

Uloga koju ova dva sistema imaju u regulaciji rada viscerálnih organa umnogome zavisi od transmitera koji se luče na nervnim završetcima. Tako, podsećanja radi, periferni nervi na svojim sinapsama i nervnim završetcima luče acetil-holin. Ovaj isti transmitter luče i preganglijska vlakna i simpatičkog i parasympatičkog sistema. Međutim, postganglijska vlakna SIMPATIKUSA, zadužena za prenošenje impulsa do "radnog tkiva", pored acetil holina, u najvećem broju slučajeva luče NORADRENALIN. Poznato je da noradrenalin ima slična dejstva kao i adrenalin, s bitnom razlikom da ne podražuje previše srčani rad i ima produženo dejstvo (više časova je potrebno da bi se izlučio ili razgradio). Simpatikus reguliše promet materija u organizma ubrzavajući ga, što direktno dovodi do povećanja rada samog organa. Stimulativna uloga simpatikusa se ogleda i na dejstvo samog centralnog nervnog sistema što direktno, preko alfa (piramidni) i gama nervnih puteva, može izazvati povećanje sposobnosti mišićnih reakcija kao krajnjih efektornih organa na završetku ovih puteva. Za razliku od simpatikusa, parasympatikusna postganglijska vlakna luče samo acetil-holin kao transmitter što bitno usporava promet materija u unutrašnjim organizma i ima za posledicu usporavanje njihove funkcije. Nema nikakvog dejstva na centralni nervni sistem i na njegove motorne efektore-mišiće.

O nadražljivosti vegetativnog nervnog sistema (što je bitno za razumevanje pojma "trenutne adaptacije" na stres), govori podatak da je za normalno funkcionisanje dovoljan jedan jedini impuls u nekoliko sekundi, dok je za puno angažovanje potrebno do 10 impulsa u sekundu. Radi ilustracije, za punu aktivaciju skeletnog nervnog sistema, potrebno je između 75 i 200 impulsa u sekundi. Vegetativni nervni sistem (prvenstveno simpatikus) tako reaguje na učestali intenzivan fizički rad adaptivnim mehanizmima koji se zasnivaju na povećanju efikasnosti rada samih organa koji učestvuju u radu pa se tako, za odgovor na ponavljeni napor, postepeno smanjuje količina energije koju efektorni organ utroši u jedinici vremena. U praksi to znači da će se za isti rad srčani mišić kontrahovati manji broj puta (smanjiće se frekvanca otkucanja a povećati udarni volumen izbačene krvi u jednom otkucaju). Na primeru rada pluća, smanjiće se broj respiracija, a povećati disajni volumen. Budući da adaptivni mehanizmi, nastali kao odgovor na rad traju i u miru, to kod utreniranih sportista imamo smanjen broj respiracija u minutu i smanjenu srčanu frekvencu što tumačimo predominacijom vagusnog dela vegetativnog sistema i u praksi nazivamo - "*vagotonija*". Ranije se ovaj fenomen veoma često vezivao za pojam vrhunske utreniranosti, što nažalost nije uvek slučaj, pa je pojava vagotonije, iako poželjna kao jedan od fenomena koji prati dobru utreniranost, nepouzdan parametar za preciznu procenu koliko je ta utreniranost izražena i na kom nivou. Za ovu procenu potreban je kompleksan timski rad uz obavezno testiranje pojedinih osnovnih i situacionih motoričkih sposobnosti kao i morfo-funkcionalnih sposobnosti.

RAZVOJ ENDOKRINOG SISTEMA I NJEGOVA ULOGA U RAZVOJU FIZIČKIH SPOSOBNOSTI MLADIH

U regulaciji rada unutrašnjih organa, pored vegetativnog nervnog sistema, učestvuje i endokrini sistem o kome će biti reči u ovom poglavlju. Pored, vegetativne i neurogene regulacije funkcija unutrašnjih organa i bioloških procesa, postoji i endokrina regulacija od strane žlezda sa unutrašnjim lučenjem u koje spadaju:

- Hipofiza

- tireoidna zlezda
- paratireoidne žlezde
- timus
- epifiza
- nadbubrežne žlezde
- insularni aparat pankreasa
- polne žlezde

Put povezanosti CNS-a i perifernog nervnog sistema, i endokrini sistem je povezan sa glavnim centrom regulacije preko hipotalamusu. Utvrđeno je za većinu hormona hipofize da se luče pod direktnim uticajem "oslobađajućih faktora" hipotalamusu. Takođe se zna da jedan broj ovih hormona ima i "inhibitorne faktore" koji, pored postojanja povratne negativne sprege, smanjuju njihovo lučenje u hipofizi.

1. HIPOFIZA

Sama hipofiza se funkcionalno može podeliti na prednji i zadnji režanj i smeštena je u turskom sedlu sfenoidalne kosti. Pri rođenju teška je oko 0.15 gr, u detinjstvu se udvostruči, da bi kod zrele osobe imala četvorostuku težinu u odnosu na rođenje (0.6 gr.). U prednjem režnju se, između ostalih luče sledeći hormoni:

1. Somatotropni hormon ili hormon rasta
2. Tireotropni hormon (TH)
3. luteinizirajući (LH) i folikulostimulirajući (FSH) hormon
4. Adrenokortikotropni hormon (ACTH)

U zadnjem režnju hipofize se luče samo dva hormona: oksitocin i vasopresin. Funkcionisanje hipotalamo-hipofiznog kompleksa, kada je reč o pojedinim hormonima, se veoma često odvija u ciklusima o čemu govore novija istraživanja. Ovaj fenomen nazivamo bioritmom i on može biti kako dnevni, tako i mesečni pa i godišnji. Izgleda da su godišnji bioritmovi kod čoveka izgubili onaj značaj koji su imali u određenom evolutivnom periodu. Samo skraćenje polnog bioritma sa godišnjeg na mesečni i dnevni, je ljudsku vrstu stavio u red izuzetno potentnih i omogućilo joj bolje šanse u održanju vrste. Dnevni bioritmovi ACTH i TH pa i polnih hormona, samo su još više poboljšali kvalitet i mogućnost adaptacije na uslove spoljašnje sredine. HORMON RASTA je odgovoran za rast i razvoj kako mekih tkiva tako i kostiju i hrskavica. Njegovo pojačano lučenje otpočinje oko 3-4-te godine a najveći intenzitet ima u periodu puberteta. Smanjeno lučenje ovog hormona u detinjstvu dovodi do patuljastog rasta iako su telesne proporcije i inteligencija očuvani. S druge strane, usled povećanog lučenja ovog hormona u detinjstvu dolazi do pojave gigantskog rasta sa očuvanim telesnim proporcijama i normalnom inteligencijom. Ako usled pojave tumora na hipofizi dođe do pojačanog lučenja ovog hormona nakon prolaska puberteta, dolazi do pojave koju nazivamo akromegalija. Ovu bolest karakteriše porast mekih tkiva i hrskavica, (usled završenog okostevanja nije moguć razvoj kostiju), i nesrazmere u telesnim proporcijama. Ovo se najbolje uočava na licu obolelog gde se uočavaju isturene jagodice, velik i mesnat nos, povećane usne i povećanje vilične kosti. Nažalost, u poslednje vreme se preparati ovog hormona vrlo često upotrebljavaju u sportu, naročito u sportovima gde je bilo koju komponentu snage potrebno razviti do maksimuma. Kombinuju se najčešće zajedno sa anabolicima jer navodno potenciraju njihov efekat. Osnovna metabolička dejstva hormona rasta se mogu svesti na:

- Pojačavanje sinteze proteina u svim ćelijama
- Smanjenje iskorišćenja ugljenih hidrata u celom telu (dijabetogeno dejstvo hormona rasta)
- Povećanje mobilizacije masti i trošenje u energetske svrhe

Rast hrskavice (a time i kostiju) nije proizvod dejstva hormona rasta na ćelije, već indirektnim putem, pod njegovim uplivom, dolazi do sinteze u jetri i burezima supstance nazvane **somatomedin** bez koje nema stvaranja kolagena potrebnog za rast kostiju. Po završenom rastu u dužinu, nije prerkinut rast u kostiju u širinu (nažalost ne samo kostiju) u šta se može uveriti većina četrdesetogodišnjaka posmatrajući svoje "horizontalne" proporcije u ogledalu.

Za razliku od somatotropnog hormona koji "ciljno tkivo" ima u svakoj ljudskoj ćeliji, TIREOTROPNI hormon deluje samo na ćelije tireoidne žlezde, stimulišući ih na proizvodnju dva hormona-tiroksina i trijodtironina. Tiroksin je odgovoran za regulaciju bazalnog metabolizma u organizmu-drugim

rečima, određuje osnovni energetski nivo na kom ćelija-organizam kvalitetno funkcioniše. Njegovo pojačano lučenje poklapa se sa periodom od 3-4 godine i pubertetom. Pored bazalnog metabolizma, reguliše i nivo emotivnih reakcija CNS. Jedno od glavnih metaboličkih efekata ovog hormona je da njegovo prisustvo povećava koncentraciju glikoze u krvi što je jedan od preuslova za povećanje energetskog nivoa na kom organizam radi. Ovo je veoma bitno za rad u uslovima fizičkog opterećenja jer bez povećanja šećera u krvi nije moguće povećanje energetskih procesa u mišićnim ćelijama i postizanje velikih i kvalitetnih kontrakcija. Povećanje koncentracija ovog hormona u krvi, usled povećanog patološkog lučenja, dovodi do Bazedovljeve bolesti koju karakteriše niz simptoma pojačanog energetskog rada ćelija, (tahikardija, enormna mršavost, pojačano znojenje, i podrhtavanje ruku-tremor i povećanje telesne temperature). Nasuprot ovom oboljenju, nedostatak ovog hormona dovodi do pojave nazvane miksedema, koju karakteriše enormna gojaznost praćena edemima, zaostalost u rastu sa zdepastim trupom i kratkim ekstremitetima i oštećenje inteligencije. Nažalost, i ovaj hormon je veoma često zloupotrebљavan i na spisku doping supstanci. Uziman je naročito u sportovima gde je eksplozivna snaga jedan od dominantnih faktora. Ciljno tkivo za LH i FSH su polne žlezde i to kod muškaraca testisi a kod žena ovarija. FSH se luči ciklično kod žena i utiče na stvaranje i sazrevanje oplodne ćelije-jajačeta. Kod muškaraca stimuliše spermatogenezu. LH kod žena stimuliše lučenje ženskih polnih hormona-estrogena a kod muškaraca muškog polnog hormona testosterona.

ACTH za ciljno tkivo ima koru nadbubrežne žlezde stimulišući prvenstveno lučenje glukokortikoida-Kortisola. O ulozi ovog hormona, nešto više reči će biti kada budemo govorili o nadbubrežnim žlezdama.

Par PARATIREOIDNIH žlezda koje se nalaze sa zadnje strane tireoide su zadužene za metabolizam kalcijuma (Ca) i fosfora (P) u organizmu. Uloga ova dva jona u organizmu je izuzetna. Jon Ca se kao "stražar" nalazi u porama ćelijskih membrana i svojim pozitivnim nakelektrisanjem reguliše promet jona kalijuma (K) i natrijuma (Na) kroz membranu. Od količine ovog prometa elektrolita zavisi i trenutno izbalansirano energetsko stanje ćelije u miru koje nazivamo "membranski potencijal". Kada se, zbog pojave nervnog signala, pojavi talas akcionog potencijala koji je odgovoran za promenu energetskog nivoa ćelije uloga Ca jona je da poveća propustljivost membrane za jone K i Na i na taj način stvari preduslove za pojavu kontrakcije mišića. Zato, kod poremećaja u lučenju ovog hormona kao što je njegovo smanjenje, jedan od dominantnih simptoma je stalni grč muskulature koji nazivamo tetanija. Hiperfunkcija ovih žlezda dovodi do potpuno suprotne slike-smanjenja ćelijske nadražljivosti koja se manifestuje miltavošću muskulature što veoma podseća na oboljenje - miastenia gravis. S druge strane, metabolizam jona Ca i P nije vezan samo za ćelijsku membranu već učestvuje i u gradivnim procesima u kostima, pa kod poremećaja u lučenju, u kliničkoj slici dominiraju spontani prelomi ili iskrivljenja dugih cevastih kostiju. TIMUS je žležda sa unutrašnjim lučenjem za koju se dugo nije znalo kakava mu je uloga u organizmu budući da se njegovo tkivo starenjem pretvara u masno tkivo bez funkcije. Nalazi se iza grudne kosti i kod dece može biti dosta velik pa su opisani i klinički slučajevi pritiska timusa na okolne organe grudne duplje. Obično je najveći u pubertetu, (oko 25 grama). Ni danas nije dokazana endokrina uloga iako se smatra da ima udela u stimulaciji rasta, osifikaciji i polnom sazrevanju. S druge strane, uloga timusa u obeležavanju limfocita (stvaranje takozvanih T - limfocita ili "ćelija ubica"), je ovu žlezdu izbacila u prvi plan jer se jedna od vodećih teorija nastanka malignih oboljenja vezuje za onesposobljavanje ovih "ćelija ubica" u organizmu usled čega novoformirane maligne ćelije budu neprepoznate i slobodno započinju svoj život. Jedna od prepostavki je da se u našem organizmu, usled starih mutacija ili pogrešnog kloniranja u svakom momentu nalazi do deset potencijalno malignih ćelija koje sistem T - limfocita uspešno otkriva i ubija. Onog momenta kada samo jedna ćelija izbegne smrt, nastaje bolest koju nazivamo rak. EPIFIZA je takođe jedna od "tajanstvenih" žlezda i izgleda da ona inhibitorno utiče na razvoj polnih žlezda. Kod kod njene hipofunkcije dolazi do prerane pojave puberteta koju nazivamo - pubertas praecox. NADBUBRE@NE @LEZDE, smeštene, kako sam naziv kaže, iznad bubrega, anatomska i funkcionalno su podeljene na dva dela, srž i koru. **U kori** se, pod uticajem ACTH, luči više hormona svrstanih u dve velike grupe:

- mineralokortikidi - najznačajniji predstavnik Aldosteron
- glukokortikidi - najznačajniji predstavnik Kortisol

Hormoni prve grupe utiču na promet elektrolita (Na i K) vode, ugljenih hidrata i minerala. Zato ih jednim imenom i nazivamo mineralokortikidi. Bez ovih hormona organizam je osuđen na smrt u veoma kratkom periodu zbog veoma teških poremećaja u ekstracelularnim tečnostima i metabolizmu. Za razliku od nedostatka mineralokortikoida koji je fatalan za organizam, nedostatak glukokortikoida nije fatalan ali

izaziva vidne poremećaje u metabolizmu, imunobiološkom odgovoru, i što je za nas najbitnije, reakciji na stres. Naime, glukokortikoidi su pod direktnim uplivom ACTH, i nivo Kortisola je veoma bitan za "doziranje" fiziološkog odgovora na stres bio on fizički napor, infekcija ili dejstvo alergena. Već u prvim minutima reakcije na stres, registruje se povećanje Kortisola i do 20 puta. Može se slobodno konstatovati da Kortisol i ostali hormoni iz grupe glukokortikoida umanjuju štetu nastalu dejstvom stresa i "doziraju" adaptacioni odgovor. Poznat je dnevni ritam (cirkadijalni ritam) glukokortikoida. Rano ujutro, sekrecija ACTH i Kortisola je velika (zato su alergijske reakcije retke u jutarnjim časovima) dok se smanjuju u kasnim popodnevnim i večernjim časovima.

Ritam diriguje naravno hipotalamus i podložan je promenama (promena navike znači promenu dnevnog ritma).

BRZA REAKCIJA KORE NADBUBREŽNE ŽLEZDE IZAZVANA FRAKTUROM TIBIE I FIBULE (preuzeto iz Gaytona)



Sam Kortisol, povratnim delovanjem na Hipotalamus, može smanjiti lučenje ACTH i na taj način izvršiti **samodoziranje**. Ovu samoregulaciju u funkcionisanju endokrinog sistema (ne samo Kortisola) nazivamo NEGATIVNOM POVRATNOM SPREGOM. Negativnom, jer je krajnji efekat doziranja po pravilu SMANJENJE lučenja oslobođajućih faktora u hipotalamu što dovodi do smanjenja stvaranja samog hormona.

Srž nadbubrežne žlezde luči adrenalin i noradrenalin, hormone koji su od najveće važnosti za regulaciju adaptacionih mehanizama u toku fizičkog rada. Njihovim lučnjem nastaju mehanizmi koji direktno omogućavaju povećanje radnih performansi organizma.

- povećava se TA i udarni volumen srca
- šire se krvni sudovi srca i pluća i poboljšava dotok krvi u ove organe omogućavajući im, na taj način, da iz režima uravnoteženog mirnog stanja pređu u režim rada pod opterećenjem.
- šire bronhije i alveole što doprinosi boljoj razmeni gasova u plućima
- selektivno sužavaju periferni krvni sudove vršeći preraspodelu krvi u pravcu velikih grupa radnih mišića ostavljajući na minimumu jedan broj organa trbušne duplje, (urogenitalni trakt, digestivni trakt).
- povećavaju nivo šećera u krvi istiskujući glikogen iz depoa (jetra) i na taj način povećavaju količinu "goriva" neophodnog za metabolizam u toku rada.
- imaju sinergetsko (dopunjajuće) dejstvo sa tiroksinom povećavajući energetsko stanje ćelija i za nekoliko puta, u zavisnosti od nivoa potrebne adaptacije na napor menjajući tako nivo bazalnog metabolizma. Slobodno se može konstatovati, s obzirom na embriološko poreklo ćelija srži nadbubrežne, da je ona deo simpatičkog nervnog sistema. Međutim, potpuna samostalnost u delovanju postoji što se najbolje može uočiti u situacijama kada jednu komponentu isključimo iz sistema. Primer za to je adrenektomija (operativno odstranjenje nadbubrežne žlezde), kada simpatički nervni sistem, dosta uspešno, zamenjuje nedostatak sekrecije hormona srži nadbubrežne žlezde.

U izuzetno dramatičnim situacijama koje su od biti za opstanak (odbrambene situacije) lučenje adrenalina je odlučujući momenat koji mobilise celokupan organizam na akciju. Naravno, naredba se stvara u mozgu i preduslov je za pokretanje gore navedenih događaja. Međutim, maksimalno iscrpljivanje funkcije srži nadbubrežne, (prilikom angažovanja i onih 20% ljudskih mogućnosti koje nikad ne koristimo), je opasno po život i vrlo često se završi egzitusom. Poznati su, pored adaptacionih momenata lučenja

adrenalina i ciklična lučenja, što nazivamo dnevnim bioritmom adrenalina. Ovaj dnevni bioritam adrenalina, (5-7; 11-13; 17-19; 23-01 časova), je veoma važan za planiranje dnevnog režima treninga i takmičenja i mora se kod svakog pojedinca tačno registrovati, (postoje znatna odstupanja). Iako je određena ritmičnost adrenalina pravilo, moguće je planiranim treningom ovaj ritam donekle promeniti i uskladiti sa nekom nepredviđenom potrebom. Najbolji primer je trening u noćnim i ranim jutarnjim satima zbog potrebe za promenom vremenske zone i nastupa na velikim takmičenjima na drugim kontinentima gde se satnica razlikuje i za 8-10 sati od domaće. PANKREAS je žlezda koja samo jednim svojim delom učestvuje u endokrinom sistemu i to onom koji luči hormone glukagon i insulin. Drugim delom aktivno učestvuje u procesu varenja lučeći izuzetno jake pankreatične sokove. Oba hormona direktno utiču na promet šećera u krvi osiguravajući jedan relativno konstantan nivo u miru. Insulin to postiže konstantnim smanjenjem količine šećera koga, u slučaju potrebe za fizičkim radom, mobilije adrenalini ili unosimo putem hrane. Ova funkcija je izuzetno važna ako znamo da je jedino gorivo koje u biti može da koristi aerobni ćelijski metabolizam **glikogen** iz jetre, ćelijskih depoa ili iz same krvi. Sve hranljive materije (masti, belančevine i ugljeni hidrati), se na kraju različitih metaboličkih ciklusa pretvaraju u glikogen ukoliko preovladavaju katabolitički procesi (procesi razgradnje materija). Katabolitički procesi vladaju u toku budnog stanja i intenzivniji su ukoliko je organizam fizički ili intelektualno opterećen. U slučaju da preovladavaju anabolitički procesi (procesi sinteze ili izgradnje organskih struktura) koji dominiraju u toku sna, višak hranljivih materija koji se ne ugradi u rastenje i oporavak ćelijskih struktura deponuje se najčešće u vidu masti iz kog oblika je dosta lako upotrebljiv. Sada je jasno koliko su složeni poremećaji i po život opasna patološka stanja u ovom sistemu. Usled iscrpljenja stvaralačkih mogućnosti pankreasa i smanjenja količine insulina u krvi, dolazi do poznatog oboljenja koje nazivamo "šećerna bolest" ili diabetes mellitus, koja se karakteriše povećanjem koncentracije šećera u krvi. Do pronalaska insulina, ova bolest je bila smrtonosna. Međutim, danas upotrebom kvalitetno doziranog insulina uz higijensko dijetetske režime i umereno fizičko vežbanje, prognoza ovog oboljenja je dobra. Naglašavamo umereno fizičko vežbanje kao dopunsku terapiju ove bolesti, jer se fizičkim radom šećer iz krvi troši za stvaranje energije u ćelijama za vršenje samog rada. Nije retkost da se oboleli od ove bolesti bave i vrhunskim sportom pa je bilo i Olimpijskih pobednika. Samo vežbanje smanjuje potrebne količine insulina i pacijentima i lekarima omogućava lakše sprovođenje ove dugotrajne (doživotne) terapije. Moramo ipak naglasiti da nije mali broj kliničara koji ne odobravaju fizičko vežbanje kao dopunsku terapiju ove bolesti upravo zbog napred iznete činjenice da u toku vežbanja adrenalini i sam povećava koncentraciju šećera u krvi pa tako može dovesti do potenciranja bolesti. Ovo je samo delimično tačno ukoliko se radi o neregulisanom dijabetesu u kome su moguće iznenadne promene stanja i pogoršanja bolesti. Takve osobe, do stabilizacije kliničke i laboratorijske slike, zaista ne smeju biti podvrgnute fizičkim opterećenjima.

2. POLNE ŽLEZDE

Pod polnim žlezdama kod žena smatramo jajnike (ovarija), a kod muškaraca semenike (testise). Već smo naveli pod kakvim su uplivom ove žlezde od strane gonadotropina hipofize. U ovom poglavlju ćemo se osvrnuti samo na muški polni hormon-testosteron.

Dugo se smatralo da muški polni hormon ima samo ulogu u stvaranju, rastu i sazrevanju muških oplodnih ćelija-spermatozoida. Kasnije, pridodata mu je i gradivna-anabolička uloga ali, po mišljenju većine, u samo dva perioda života:

- intrauterinom i
- u pubertetu.

U intrauterinom periodu odlučujuća uloga testosterona bi bila u opredeljivanju pola nove jedinke a u predpubertetnom periodu (što je eksperimentalno potvrđeno naglim njegovim povećanjem u krvi) u pripremi i potpomaganju dejstva somatotropnog hormona u fazi "bujanja" tkiva. Nakon toga, uloga bi se svela na reproduktivnu šemu stvaranja spermatozoida. Međutim, eksperimentalnim radovima Harveja, Rogozkina i na kraju Grigssa, dokazano je da testosteron i nakon završenog perioda rasta i razvoja može imati anabolički uticaj. Ovo je dokazano i jednim našim eksperimentalnim radom na grupi muškaraca koja je u tromesečnom ciklusu uzimala testosteron u terapijskim dozama. Pored ovih uloga, novija istraživanja sve češće stvaraju takozvanu hormonsku teoriju zamora iako se mora priznati da, iz godine u godinu, sve teorije zamora silaze na ćelijski nivo). Po toj teoriji, nivo testosterona i još nekih manje važnih hormona se sa radom a naročito onim koji je po tipu izdržljivosti (aeroban rad), poveća u krvi i ostaje na jednom određenom nivou sve dok iznenadnim padom, pre subjektivnih znakova zamora i prestanka samog rada, najavi pojavu akutnog zamora i prestanak rada. Ovo je navelo jednu grupu istraživača da poveže iskaze sportista koji su uzimali anabolike (svi anabolici su u biti derivati testosterona), o odsustvu zamora u toku vežbanja sa ovim klinički dokazanim

pojavama. Hipofunkcija polnih hormona kod muškaraca manifestuje se slabijim razvojem sekundarnih polnih karakteristika, sterilnošću, smanjenjem potentnosti i libida. Dalje, prekomeren rast nogu i kostiju karlice dalje feminizuje izgled muškarca što se još više nadopunjuje nagomilavanjem masnog tkiva na bedrima i kukovima i pojavom grudi. Ova slika je karakteristična i za predpubertetu kastraciju, (evnusi). Iz svega ovoga se vidi zašto je zloupotreba ovih hormonskih preparata u svetu sporta u poslednjoj deceniji zadobila kvalifikaciju epidemije.

Proizvođači se svakodnevno utrukuju da pronađu anabolik koji još nije uvršten u doping liste, a sportisti da ih što pre upotrebe radi zadobijanja materijalnih dobara i slave. Pri tom se listom zaboravlja toksičnost ovih preparata. Mnogi su skloni da svoje prečutno odobravanje dopinga tumače pravom svakog pojedinca na svoj život ili smrt. Da, to pravo zaista postoji, ali samo ukoliko se njime ne manipulišu i obmanjuju drugi koji bi svoj život i zdravlje, i pored bavljenja vrhunskim sportskim treningom, hteli da sačuvaju.

RAZVOJ NERVNOG SISTEMA I ČULA

Pravilo da funkcija razvija organ najbolje može da se primeni kod biološkog razvoja CNS-a. Gotovo da za svaki segment CNS (izuzetak je kora velikog mozga koja se morfološki poslednja uobičjava) po rođenju ima gotovo završenu morfološku strukturu na koji se funkcija, tek nakon određenog dužeg ili kraćeg perioda uticaja spoljašnje sredine, pojavi. Nervni sistem se kod čoveka stvara od trećeg kliničnog lista - ektoderma. Osnovna funkcija nervnog sistema je da poveže funkcionalno sve organske sisteme i omogući njihov koordinirani rad pri uspostavljanju veze sa spoljašnjom sredinom. Nervni sistem delimo na sledeće komponente po filogenetskoj starosti:

- **KIČMENA MOŽDINA (medula spinalis)** filogenetski najstariji deo nervnog sistema je mesto gde su skoncentrisani najprostiji nervni refleksi lukovi čiji je osnovni zadatak da u određenim situacijama omoguće brzo refleksno reagovanje. Refleksi lukovi koji egzistiraju na ovom nivou su urođeni i najveći domet u organizacionoj šemi podrške imaju u srednjem mozgu, mada se najveći broj završava na prostom refleksnom luku do najbliže ganglije u kičmenoj moždini. Veliki broj ovih refleksa se gubi u toku prve godine. Najuočljiviji su *Moroov refleks* hvatanja, *Robinsonov refleks* držanja, i *refleks sisana*. Povrede kičmene moždine, u zavisnosti na kom se nivou lokalizuju, mogu dovesti do oduzetosti ili samo donjih partijskih tel (paraplegija) ili svih ekstremiteta (kvadriplegija).
- **PRODUŽENA MOŽDINA (medula oblongata)** filogenetski nešto mlađi deo nervnog sistema, u kome se nalaze i završni centri za neke vitalne refleksse i pojedine kranijalne nerve. Tako se ovde nalaze centri za refleks disanja, srčani ritam, kontrolu krvotoka, znojenje itd. Povrede vratnog dela kičmenog stuba obično su udružene sa povredama produžene moždine (saobraćajni traumatizam). Najopasnije situacije su kada pri udarcu odstraga dođe do hiperekstenzije glave, što dovodi do prekida anatomske celine produžene moždine i, shodno tome, rada gore navedenih centara za disanje i srčani rad.
- **MALI MOZAK (cerebellum)** koji u modernom rečniku dvadesetog veka predstavlja centralni kompjuter za koordinaciju svih pokreta a naročito onih najpreciznijih, je smešten u zadnjoj lobanjskoj jami iznad produžene moždine. Sadrži centralni deo i dve hemisfere. Njegova oštećenja dovode do poremećaja koordinacije pokreta, ravnoteže i promene tonusa poprečno prugaste muskulature. U žargonu kompjutera, mali mozak možemo uporediti sa centralnim matematičkim koprocesorom zaduženim za brzo proračunavanje matematičkog položaja tela i njegovih delova u prostoru i finu regulaciju potrebne korekcije.
- **SREDNJI MOZAK (mesencephalon)** predstavlja preposlednji nivo strukturne i funkcionalne organizacije nervnog sistema i osnovna uloga mu je u omogućavanju sinhronizacije dejstva ostalih nižih delova. Predstavlja poslednje mesto do kog dolaze pojedini primitivni refleksi lukovi. Razvojem corpus striatuma razvijaju se mehanizmi sinergije potrebni za sedenje, hvatanje, stajanje i slične složenije motoričke radnje.
- **VELIKI MOZAK (telencephalon)** - najmlađi filogenetski deo nervnog sistema i ujedno najsavršeniji, predstavlja poslednju evolutivnu morfo-funkcionalnu stepenicu biološkog usavršavanja kod čoveka. Upravo zbog ove činjenice, razvoj velikog mozga se ne završava u intrauterinom periodu već se produžava i nakon rođenja, jer je za definitivno njegovo sazrevanje potreban uticaj okolne sredine. Razvitak mozga je naročito intezivan u prvoj deceniji života kada je učenje i razvoj kako motoričkih tako i senzitivnih i intelektualnih sposobnosti najveći. Mozak novorođenčeta se odlikuje nerazvijenošću kore, piramidalnih puteva i corpus striatuma. Tek sa njihovim razvojem, veliki mozak preuzima ulogu centralnog kontrolnog pulta. Težina mozga kod odraslog čoveka se kreće oko 1400 gr. Pojedine moždane strukture se razvijaju i do 20-te godine života.

Fizičko vežbanje koje u periodu nakon rođenja možemo u uslovnom smislu posmatrati kroz funkcionalne igre (vidi psihomotorni razvoj) je od presudnog značaja za funkcionalno sazevanje kore mozga, naročito motorne zone. U periodu intenzivnog rasta i razvoja celog organizma, fizičko vežbanje ima blagotvorno dejstvo i na sazrevanje CNS-a. Razvoj koordinacije, brzine i donekle snage, u ovom periodu zavisi i od uticaja vežbanja na sazrevanje moždanih struktura.

RAZVOJ ČULA

1. VID

Iako se morfološki oči u intrauterinom životu veoma ubrzano razvijaju, dete se rađa slepo. No ubrzo, već nakon nekoliko dana, pojavljuje se razlikovanje svetlosti od tame. Razvoj vida ide preko nekoordiniranih pokreta očne jabučice pri praćenju predmeta do postepene fiksacije i pojave binokularnog vida (jedinstvena slika). Dalji razvoj vida uveliko je vezan za proces učenja pa se, kao rezultat, pojavljuje prepoznavanje određenih oblika, predmeta i osoba i emotivno reagovanje pri tome. Razvoj binokularnog vida se završava oko treće godine, kada je i moguća subjektivna kontrola. Pri kontrolnim pregledima se zanemaruje fiziološka dalekovidost male dece zbog nedovršene anatomske zakrivljenosti oka. U isto vreme, kada se definitivno razvije binokularan vid, oko se ospoznaje boje, najpre najintenzivnije, (crvena), pa zatim sve osnovne boje. Slepilo za boje (Daltonizam) sreće se kod 4% muškaraca i deset puta manje kod žena. U sportu, refraktorne anomalije oka (**hypermetropia** - dalekovidost i **myopia** (kratkovidost) uključujući i one jako visoke dioptriјe, ne predstavljaju veći problem iako ima stanja gde je potrebno mišljenje oftalmologa za procenu sposobnosti za intenzivne napore. Na sreću, dalekovidost je daleko češća anomalija (97 : 3) u odnosu na kratkovidost što predstavlja olakšavajuću okolnost ako se zna biološki tok ove refrakterne anomalije. Naime, poznato je da su svi ljudi u trenutku rađanja dalekovidi i da se anatomski razvojem očne jabučice ova anomalija postepeno gubi a ređe prelazi u kratkovidost. Problem dalekovidosti u sportu nije preterano naglašen iz najmanje dva razloga:

- zbog mogućnosti akomodacije (prilagodavanja i samokorekcije)
- zbog biološkog toka ka normalizaciji visusa u procesu biološkog rasta

Problem dioptriјe (naročito myopije-kratkovidosti) u sportu je daleko značajniji i često može predstavljati ograničavajući ili pak onesposobljavajući faktor u sportu. Kratkovidost se najčešće javlja u toku intenzivnog rasta i razvoja organizma - puberteta, o čemu naročito treba voditi računa. Ukoliko je postojala pre puberteta, postoji opasnost drastičnog pogoršanja. Visoke myopie (preko 5 dioptriјa) predstavljaju relativnu kontraindikaciju za bavljenje kontaktnim sportovima jer su povrede oka najčešće skopčane sa teškim oštećenjima i neizvesnom prognozom. Delimično, ovaj problem je rešen pojavom mekih sočiva koje sportisti veoma rado koriste i koja im omogućavaju ravnopravan sportski nastup u skoro svim sportovima. Biološki tok razvoja vida od četrdesete godine postepeno dobija odlike slabljenja. Prvi znaci su prelaz iz dobrog vizusa prilikom čitanja na čitanje sa povećane udaljenosti (u starosti su sve *kraće ruke*). Što se veoma brzo završi upotrebo načara sa + dioptriјom. Već oko 60-te godine se kod određenog broja ljudi, pojavljuje staračka katarakta (zamućenje sočiva) i ukazuje potreba za operacijom. Slabovisot napreduje do potpunog slepila kod izuzetno starih osoba.

2. SLUH

Sa rođenjem, receptorni deo slušnog aparata je gotovo potpuno razvijen, iako novorođenče slabo čuje. Reagovanje na zvuk i šumove se primećuje tek krajem prvog meseca. Prvi pokreti na šumove (namerno okretanje) pojavljuju se krajem trećeg meseca a nezgrapno praćenje ritma tek nakon osmog meseca. Razvoj sluha je izuzetno genetski zavisан. Tako razlikujemo decu sa izrazito dobrim sluhom i decu sa mladalačkom nagluvošću. Ponegde se čuje termin *apsolutni sluh* koji ne označava kvalitet i sposobnost dobrog razlikovanja svih talasnih dužina zvuka već sposobnost kvalitetnog reprodukovanja zvuka složenih talasnih dužina-melodije. Prema tome, muzikalnost ne zavisi od sluha (Beethoven je bio potpuno glu) ali mu svakako koristi.

Poremećaji u predelu slušnog aparata koji dovedu do nagluvosti ili potpune gluvoće u ranom detinjstvu, mogu da ometu pravilan emocionalni razvoj ličnosti, teško oštete vokalizaciju glasova tako da se proces iskomplikuje i najčešće završi gluvonemošću. Ne retko, ukoliko ne pohađaju specijalne škole za rehabilitaciju i ospozobljavanje, psihički razvoj ove dece se završi autizmom (gubitkom kontakta sa spoljašnjim svetom) što predstavlja veliki socijalni problem i same porodice i društva ili, što je još gore,

maloletnom delikventnošću. Ako se nagluvost razvije nakon završenja učenja govora, tada se komunikacija sa okolinom lakše održava i ovakve osobe, pomoću slušnog aparata, se dosta dobro socijalno adaptiraju. Kod gluvoneme dece je, veoma često, osnovnom bolesču koja je izazvala gluvoču napadnut i vestibularni aparat u većem ili manjem stepenu pa dolazi do finih ili čak i grubih poremećaja koordinacije. Ovo profesor fizičkog vaspitanja mora da ima na umu pri određivanju tipa vežbi tako da ne dolazi do povređivanja. Međutim, ovo nije pravilo i ne tako retko, nailazimo na gluvoneme vrhunske sportiste. Zabluda je da se sa slepim i gluvonemim osobama nema šta tražiti u fizičkoj kulturi. Naprotiv, hendikepirane osobe izuzetno dobro podnose prilagođene fizičke vežbe, a uticaj samog vežbanja je potenciran emotivnom komponentom koja je izuzetno izražena. Blagovorno dejstvo fizičkog vežbanja, kako na telo tako i na duh, nigde se ne može tako uočiti kao na primerima hendikepiranih lica ili invalida. Otuda, ne mali broj profesora fizičke kulture ističe da je posebno zadovoljstvo raditi sa ovakvim grupama i da svakim danom otkrivaju nove, za njih nepoznate mogućnosti osoba koje vežbaju. Nagluvost za pojedine spektre talasnih dužina zvuka javlja se već oko 40-te godine. Prvi simptom je otežano razumevanje normalnog govora u prostoriji sa većom količinom šumova i drugih zvukova (diskoteka). Već oko 60-te godine određen broj ljudi slabije čuje i potreban im je slušni aparat. Oko 90-te godine većina ljudi ima potrebe za slušnim pomagalima.

3. ČULO MIRISA

Receptori ovog čula se nalaze u sluzokoži nosa i potpuno su razvijeni po rođenju iako dete reaguje na mirise nešto kasnije. Raspoznavanje mirisa uči se tokom celog života i može predstavljati vrstu zanimanja. Kod pojave nekih lokalizacija tumora u mozgu, pre nastanka glavobolja i neuroloških ispada fini početni simptom može biti gubitak osećaja mirisa.

4. ČULO UKUSA

Receptori ovih čula se nalaze u papilama jezika, mekom i tvrdom nepcu. Tek između 2-3 meseca posle rođenja dete reaguje na ukuse (slano, gorko, kiselo) a već u drugoj polovini prve godine života počinje da bira hranu, (najčešće blago zasladdenu).

Pravi ukus se formira u kasnijem životu pod uticajem navika u ishrani.

FENOMENI ADAPTACIJE LJUDSKOG ORGANIZMA NA FIZIČKI RAD

Jedan od osnovnih bioloških fenomena utkanih u ljudsku evoluciju je **sposobnost ADAPTACIJE**. Ovaj fenomen (zaslužuje to ime) je svojstven svim oblicima života na našoj planeti. Onog momenta kada spoljašnja sredina postavi zahtev za adaptacijom koji prevazilazi mogućnosti jedinke, ili pak cele rase, vrsta dolazi u opasnost da izumre. Mogućnosti svake vrste zapisane su u genetskom kodu i adaptacija se može odvijati samo u tom rasponu. Ukoliko se mutacijom ne promeni opseg koji je zapisan dotadašnjim genetskim kodom, adaptacija je nemoguća i opasnost po opstanak vrste postaje stvarna. Naravno, nisu svi zahtevi spoljašnje sredine od vitalnog značaja za jedinku. I među njima ima stroge hijerarhije prema vrednosti, značaju i energiji koju jedinka mora uložiti u proces adaptacije. Pri samom vrhu adaptacionih mehanizama, nalazi se adaptacija na fizički rad. Nije ova vrsta adaptacije pri samom vrhu samo zbog toga što je energija za njen sprovođenje uglavnom velika i trenutno u opticaju. Ne, ovaj adaptacioni mehanizam je pri vrhu zbog evolutivnog značaja koji je samo KRETANJE za čoveka u istoriji njegovog razvoja značilo. A značilo je bukvalno SVE. Stoga se evolucijom razvio i mehanizam pripreme za ovakvu vrstu adaptacije koji nazivamo "predstartnim stanjem". Ovaj proces pripreme pojedinih vitalnih sistema za procese adaptacije na opterećenje, zadato fizičkim radom (i ne samo na njega) omogućava da se u trenutku izvrši početna inicijalizacija adaptacije, da se organi i tkiva ne zateknu nespremni na povećane metaboličke zahteve i ne dođe do pojave povreda ili poremećaja u funkcijom.

U "predstartnom stanju", uglavnom su izvršene neuro-endokrine i biohemiske pripreme za rad. To podrazumeva povećano lučenje adrenalina (u sportu noradrenalina) iz srži nadbubrega i efekte koje ovo lučenje ima na promet materija. To u biti znači povećanje nivoa šećera u krvi i njegovo dopremanje u organske sisteme koji će biti maksimalno angažovani u radu.

U biti adaptacije, sa biološkog pa i fiziološkog stanovišta, leži preštelavanje organizma na novi stepen delovanja unutar sistema povećanog energetskog bilansa. Šta je to sistem povećanog energetskog bilansa? Šta on obuhvata i podrazumeva? Postoji li sistem normalnog energetskog bilansa?

Upravo u poslednjem pitanju leži odgovor. POSTOJI! Postoji ukoliko svoj svakodnevni život posmatramo pod lupom svakodnevne adaptacije na biološko, sociološko i bilo koje drugo okruženje.

Ako postoji TRENUTNO, momentalno adaptiranje na biološko okruženje, onda skup tih trenutaka prestavlja SISTEM. Ako sistemom objasnimo svakodnevnu adaptaciju, onda delom tog sistema moramo proglašiti i adaptaciju na neke nesvakodnevne pojave, poput adaptacije na fizičko vežbanje. Razlika između ovih sistema ne leži u vrsti i načinu adaptacije, već u KOLIČINI energije koju organizam mora uložiti da bi završio proces adaptacije. U toj količini energije koju će organizam uložiti u proces adaptacije leži mera razlika energetskih nivoa sistema o kojima smo govorili. Zato se iz sistema normalnog energetskog bilansa, pojačanjem **trošenja** energije, prelazi u sistem povećanog energetskog bilansa uz manje ili veće neekonomično raspanje (toplota). Sam proces adaptacije je skladno sadejstvo adaptacije više organskih sistema, ali iz edukativnih razloga moramo ove procese odvojeno prikazati.

1. ADAPTACIJA NEURO-ENDOKRINOG SISTEMA

U srži adaptacije stoji STRES ili zahtev okoline za promenom reakcionog odgovora radi *balansiranja energetskog odnosa* sa njom. Stres ne podrazumeva samo iznenadno delovanje skupa draži iz spoljašnje sredine (sistema povećanog energetskog bilansa) već i kompleksno dejstvo samog centralnog nervnog sistema na sopstveno telo u cilju njegovog preusmeravanja na viši energetski nivo rada potreban da se prilagodi nametnutom ili nenematurom-voljnem reagovanju.

Pokušaćemo da na najjednostavniji način opišemo sled događaja od trenutka kada organizam dođe u situaciju da namerno, svesno, pokrene svoje telo i postavi ga u nov sistem promenjenih energetskih vrednosti. Napominjemo svesno, jer u tom trenutku opisanom sledu događaja prethodi "pretstartno stanje" o kome smo govorili u prethodnom poglavljju. Kod nesvesnih operacija, gde je reakcija odbrambenog karaktera, predstartnog stanja, naravno, nema. Sled događaja se unekoliko razlikuje u situacijama kada je telo PRINU\ENO da munjevito reaguje adaptacijom na energetski sistem koji ga ugrožava. Ta razlika se ponajpre ogleda u "predoziranju" reakcije (adrenalinski efekat), koju neretko, prate i rudimenti nekih adaptacionih mehanizama koji su odavno izgubili svoj biološki značaj. Tu mislimo na pojavu naježenosti kože koja je možda u dalekom evolutivnom trenutku ljudske istorije doprinosila "strašnjem" izgledu pred neprijateljem i slične odgovore. Da je došlo do predoziranja, govore nam i fiziološke reakcije posle prolaska opasnosti, emotivna uzbudjenost, drhtavica i tremor finih mišićnih grupa, bledilo, znojenje i ponekad osećaj straha. To sve govorи u prilog nepotrbno visokom nivou adrenalina u krvi u tom trenutku. Takav stres koji izazove ovakav neadekvatan odgovor i u svakom pogledu predozira reakciju svih organskih sistema, nazivamo DISTRES. Stoga je sinonim za stres na koji nastaje normalan sled adaptacionih reakcija EUSTRES. Ako prihvatićemo ovu napomenu, sled adaptacionih događaja se odvija uglavnom po sledećoj šemi koju zbog zakonitosti koja je karakteriše možemo nazvati algoritam.

1. BIOLOŠKI ALGORITAM ADAPTACIJE NA FIZIČKI RAD

Sled događaja je sledeći:

1. Odgovarajući ***receptor*** reaguje na draž koja predstavlja stres

- oko kad je u pitanju vizuelna draž
- uho kad je u pitanju slušna draž
- vestibularni aparat kada je u pitanju bitnija promena položaja
- mehanoreceptori kad je u pitanju mehanička draž temperature (pokret)
- termoreceptori kad je u pitanju povećanje
- baroreceptori kad je u pitanju povećanje TA
- masa drugih specifičnih receptora koje, zbog namene teksta ne navodimo

Bez obzira na mesto prijema, signal se ushodnim putevima (afferentnim nervnim vlaknima) šalje ka višim nervnim centrima, preko releja, do kore CNS-a.

2. Reaguje **analitički centar velikog mozga** koji postavlja organizam u fazu pripreme (predstartno stanje). U fizičkoj kulturi takve stresne situacije su velika takmičenja, trening sa posebnom motivacijom, testiranje itd. Naravno, pored gore nabrojanih, u procesu adaptacije učestvuje još veliki broj receptora i svi imaju isti zadatok da reaguju na draž slanjem informacije u CNS u koru velikog mozga. Naravno na svom putu od receptora do mozga, informacija prolazi nekoliko relejnih punktova gde se testira njena snaga, po potrebi povećava i u slučaju da se u istom momentu na istom releju (recimo talamusu) nalaze dve različite informacije, propušta ona koja je bitnija ili pak ona koja je prva stigla. Tu veliku ulogu ima i put kojim

putuje informacija-kojim tipom nervnih vlakana putuje, bržim ili sporim. Naprimer, kada se dete opeče, informacija je primljena od receprora (termoreceptor i receptor za bol) koji su sa CNS povezani sa relativno sporim nervnim vlaknima pa ukoliko, u istom trenutku i pomazite povređeno dete, ono neće plakati jer ne oseća bol!. Tajna leži u prostoj činjenici da receptori za dodir koriste brže nervne puteve, pa gomila informacija o dodiru stigne u relejne centre CNS pre informacija o opečenosti, zauzme ih i onemogući prodor informacije koja bi izazvala senzaciju bola. Otuda konstatacija strogih očeva da dete ne treba maziti kada se udari, jednostavno ne стоји. Da nastavimo sa sledom događaja u adaptaciji na stres.

3. **Kora velikog mozga** analizira informaciju i odlučuje da li je na nju potrebno i u kom intenzitetu reagovati. Ukoliko je doneta odluka da se reaguje, pored komande koja silaznim (eferentnim) nervnim putevima odlazi direktno na efektorne organe, šalje se određen broj impulsa koji idu u

4. **hipotalamus** koji brzim lučenjem oslobađajućih faktora nadražuje

5. **hipofizu-njen prednji deo-adenohipofizu** gde se luče hormoni koji su glavni u procesu adaptacije na stres- adenokortikotropni hormon (ACTH) i u manjoj meri tireotropni hormon (TH). Sa ovog nivoa već možemo smatrati da napuštamo delokrug CNS i prelazimo u Endokrini sistem. Mesto delovanja gore pomenuta dva hormona su ciljane žlezde=štitna i nadbubrežna zlezda.

6. U **štitnoj žlezdi** se, pod dejstvom tireotropnog hormona, luči hormon tiroksin koji podiže metabolički nivo rada u ćelijama, naročito mišićnim, u koje spadaju i mišici srca, (podpaljuje metaboličku peć) pripremajući se za prelazak na viši energetski nivo delovanja. U isto vreme, mobiliše ugljene hidrate koji predstavljaju najbrže dostupne energetske materije za sagorevanje u uslovima rada.

7. I na kraju, najbitniji korak u adaptaciji je dejstvo nervnih impulsa **na srž nadbubrežne žlezde** da luči adrenalin (i noradrenalin). Ovde, radi pojašnjenja, moramo naglasiti da adaptacioni odgovor na stres ne mora ići ovim "svesnim" putem. Daleko brže (ali neadekvatnije-oštije), organizam će reagovati nadraživanjem simpatikusa i njegovim podsticajem lučenja sopstvenih količina adrenalina i noradrenalina proizvedenog u srži nadbubreka. Oni će svojim selektivnim dejstvom na pojedine organske sisteme, dovesti u biti do nekoliko osnovnih adaptacionih odgovora:

- selektivnim sužavanjem krvnih sudova u digestivnom i urogenitalnom traktu a širenjem u mišićima, srcu i respiratornom sistemu, izvršiće se preraspodela cirkulišuće krvi u organske sisteme koji će poneti najveći teret adaptacije.
- povećaće se inotropnim efektom adrenalina na srčani mišić (inos-snaga) snaga kontrakcije mišića leve komore, što će dovesti do povećanja udarnog volumena i povećanja arterijskog pritiska
- hronotropnim dejstvom (hronos-vreme) adrenalina na srčane predvodnike (sinoatrijalni čvor u desnoj pretkomori) povećaće se broj udara u jednom minutu (frekvenca) srca što će, u zajednici sa povećanjem udarnog volumena, proizvesti povećanje minutnog volumena krvi koje srce, kao nužni odgovor, pruža na zahteve koje pred njega postavlja rad.
- proširenjem krvnih sudova pluća i kapilarne mreže alveola, povećaće se promet kiseonika kroz pluća i njegova poboljšana apsorpacija i odavanje ugljen dioksida (CO_2).

Svaka adaptacija se završava postizanjem stabilnog stanja u kome svi fiziološki mehanizmi funkcionišu uravnoteženo. Zavisno od visine energetske potrošnje na određenom nivou stabilnog stanja, budući da energetske rezerve ljudskog tela nisu neiscrpne, dužina trajanja stabilnog stanja je različita. Nakon izvesnog vremena, stabilno stanje mora biti narušeno, i ukoliko se radilo o radu visokog intenziteta, sa velikom potrošnjom energije, koja nije u stanju da se blagovremeno obnovi, dolazi do potrebe za prekidom rada i pojave znakova akutnog zamora. To je, naravno, odbrambeni mehanizam, koji štiti organizam od napuštanja sigurnosne zone i prelaska u zonu rizika ou kojoj akutno prepričanje preti da naruši dotadašnju homeostazu.

Do fiziološke adaptacije dolazi uvek kada je broj impulsa (intenzitet stresa) u zoni mogućeg odgovora CNS-a (EUSTRES).. Onog momenta kada intenzitet stresa pređe kritični momenat adaptacije (DISTRES) i postane previelik za CNS javljaju se odbrambeni mehanizmi koji sprečavaju pojavu ozbiljnih poremećaja u većem delu organskih sistema štiteći CNS. Tako, na nivou talamusa se, u normalnim uslovima, broj i intenzitet pristiglih informacija stalno prilagođava mogućnostima rada kore mozga. Kada se taj broj poveća iznad nivoa tolerancije, funkcionisanje kore je ugroženo i najčešće se manifestuje odsustvom kontrole intenziteta poslatih impulsa podređenim sistemima. Kada se broj propuštenih informacija približi nivou koji bi ugrozio kompletno funkcionisanje kore, šalje se poslednja komanda koja znači BLOKIRANJE daljeg propuštanja impulsa da se nivo nervnih transmitera ne bi spustio ispod dozvoljenog koji omogućuje neometano bazalno funkcionisanje mozga.

Posledice su različitog razornog dejstva i zavise od slučaja do slučaja. Ako se često ponavljaju stanja prenaprezanja CNS, on jednostavno beži u bolest, na početku najlakši mogući oblik-neurozu. Na ovom stepenu nema morfoloških promena na ćelijama kore velikog mozga, ali su promene u njegovom funkcionisanju primetne. Nestaje fine regulacije endokrinog i vegetativnog sistema i nastaje veliki broj promena, koje ćemo kroz neuroze i poremećaje u radu endokrinog sistema, istaći u poglavljju posvećenom prenaprezanjima.

Naravno, poslednji korak adaptacije je REAKCIJA organizma koja je predstavljena:

8. reakcijom efektorognog tkiva, u sportu je to lokomotorni aparat-mišić, što ima za proizvod-POKRET. Ma koliko se trudili da linearno prikažemo sled događaja organske adaptacije na fizički rad, moramo naglasiti veoma bitan momenat koji do sada nismo izdvajali. A to je momenat SAMOREGULACIJE SISTEMA. Svaki od delova sistema ima mogućnost da u određenom momentu izvrši korekciju adaptacije i normira veličinu energetskog odgovora. Najčešće to čini mozak ali i drugi sistemi mogu uzeti učešća u svemu tome, istovremeno štiteći svoje limitirane mogućnosti od iscrpljenja. Još jedna bitna karika doziranja i regulisanja sistema nije do sada pominjana, a veoma je bitna, naročito u završnoj fazi adaptacije, kad je potrebno odrediti do kog će momenta adaptacioni odgovor ići i koliko procenata vlastitih sposobnosti je telo rešeno da pruži adaptaciju. Tu je i uticaj nusprodukata energetskog odgovora, po organizam manje ili više štetnih metabolita, koji neminovno nastaju kao produkti razgradnje u toku procesa povećanog energetskog funkcionisanja-rada. Na prvom mestu je to mlečna kiselina kao produkt koji se stvara u toku anaerobnog razlaganja ugljenih hidrata, zatim urea i ketonska tela (aceton) koji se javljaju kao produkti aerobnog razlaganja masnih kiselina u procesu oksidativne fosforilacije.

RAZVOJ SISTEMA ZA DISANJE

Respiratori sistem kod čoveka čine grudni koš, pluća sa sistemom za sprovodjenje vazduha i dijafragma. Ovde se slobodno može pridodati i sistem za krvotok i srce kao pomoćni delovi sistema, međutim, njih ćemo odvojeno razmatrati zbog njihove daleko kompleksnije uloge u organizmu. GRUDNI KOŠ novorođenčeta je skoro okrugao(prednje zadnji prečnik čini 90% poprečnog prečnika) i čine ga, sa zadnje strane grudni deo kičmenog stuba, a sa prednje grudna kost. Sa bočne strane, grudni koš čine gotovo horizontalno postavljena rebra. U toku rasta, rebra sa grudnom kosti zauzimaju sve kosiji ugao a odnos prednjeg i poprečnog preseka se menja i smanjuje na 75%. Razvoj koštanog sistema je brži od procesa rasta i razvoja mekih tkiva organa pa tako u toku detinjstva grudni koš povećava brže svoju zapreminu usled čega dolazi do proširenja pluća nasuprot njihovoj elastičnosti. Na ovaj način nastaje sila koja je u odnosu na pozitivan atmosferski pritisak, negativna i omogućava plućima da u stalnom dodiru sa grudnim košom, prateći njegove ekskurzije, uz pomoć dijafragme, izuzetno lako obavljaju funkciju meha.

PLUĆA novorođenog deteta su teška oko 75 grama, pre prvog udisaja. Sa prvim udisajem u njih, pored vazduha, kroz krvne sudove dodje i odredjena količina krvi i ona postanu teža i dostižu težinu i do 120 grama. U toku prvih meseci života kao organ koji nije korišćen za vreme intrauterinog perioda života, zahvaljujući novoj ulozi, pluća se intenzivno razvijaju. Novi zamah razvoja dešava se još u pubertetu, iako veliki broj autora smatra da se u tom periodu radi o razvoju disajnih puteva, koje ne prati izrazitije povećanje samog plućnog tkiva. Važeći je stav da fizički napor ima uticaja na povećanje funkcionalnih sposobnosti pluća, povećanju broja alveola koje funkcionišu u procesu disanja.

DIJAFRAGMA je mišićna tvorevina koja razdvaja abdominalnu (trbušnu) duplju od duplje grudnog koša i svojom kontrakcijom potpomaže proces disanja.

Mogu se razlikovati tri osnovna tipa disanja;

1. Grudni (rebarni ili kostalni)
2. Trbušni (dijafragmálni)
3. Mešoviti (kosto-dijafragmálni)

U prvim mesecima života, usled inspiratornog položaja grudnog koša i horizontalno postavljenih rebara, disanje je dijafragmalno. Zbog pritiska abdominalnih organa na dijafragmu, disanje je površno što se kompenzuje povećanjem frekvencije disanja. Postepenim razvojem grudnog koša, povećanjem ugla rebarnih lukova, disanje prelazi u kostalni tip koji preovladava u prvoj deceniji života. U završnoj fazi razvoja, u pubertetu, disanje zbog veće efikasnosti kod muškaraca prelazi u dijafragmálni tip, a kod žena, naročito onih koje se bave sportom, preovladava mešoviti tip disanja.

FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE RESPIRATORNOG SISTEMA

Da bi lakše razumeli najbitnije komponente procesa razvoja funkcije respiratornog sistema, potrebno je da se podsetimo na određen broj osnovnih pojmoveva kao što su;

- frekvencija disanja
- disajni volumen-plućna ventilacija
- minutni volumen
- vitalni kapacitet
- maksimalna plućna ventilacija

FREKVENCIJA DISANJA se u toku razvoja pluća, od vrednosti od 55 u doba novorodjenčeta spušta na uobičajene vrednosti od 15-16 respiracija u minutu. Pored procesa rasta na ovo usporenje mogu da utiču i različiti drugi spoljašnji faktori od kojih je sport na vidnom mestu. Registrovano je da kod sportista koji treniraju po tipu izdržljivosti, ova frekvencija u fazi utreniranosti iznosi 6-8 u minutu u toku mirovanja.

DISAJNI VOLUMEN je ona količina vazduha koja se unese u organe za disanje jednim udahom. Njegove vrednosti rastu od 11.5ml po rođenju, do 410ml kod odraslog muškarca.

MINUTNI VOLUMEN predstavlja disajni volumen pomnožen sa brojem respiracija u jednom minuti i u mirovanju kod odojčeta iznosi 635ml a kod odraslih 6150ml.

Za nas koji se bavimo izučavanjima fenomena funkcionisanja organa i organskih sistema u toku napora, mnogo više podataka daje MAKSIMALNA PLUĆNA VENTILACIJA koja predstavlja onu količinu vazduha koja prodje kroz pluća pri maksimalnom opterećenju u jednom minuti. Kod dečaka i devojčica ona iznosi 30-40lit/min. Pubertet učini ove vrednosti značajno različitim u odnosu na devojčice da bi definitivne vrednosti bile u odraslih dečaka oko 110 l/min a devojaka 90 l/min. Kod sportista, ove vrednosti se značajno povećavaju na 200 i više l/min. kod muškaraca i 180 l/min. kod žena.

Najčešće mereni parametri (zbog jednostavnosti merenja i kvaliteta podataka koje donosi samo merenje) je VITALNI KAPACITET (VK) pluća, koji predstavlja onu količinu vazduha koji pluća mogu da izdahnu maksimalnim ekspirijumom nakon maksimalnog inspirijuma (udaha).

Vrednosti vitalnog kapaciteta zavise od većeg broja faktora od kojih bi naveli samo najvažnije; visina tela, pol, uzrast, profesija i naravno sportski trening. Prosečne vrednosti vitalnog kapaciteta muškaraca i žena se razlikuju u korist odraslog muškarca i do 1500ml i iznose 4600 ml za muškarce, a 3200 ml za žene. Istraživanjima je dokazano da u grupi dečaka koji se bave sportom su i prosečne vrednosti VK veće u odnosu na vršnjake koji se njime ne bave. Vrednosti vrhunskih sportista i za VK su znatno iznad vrednosti prosečne omladine i mogu dostizati i 7000ml, u zavisnosti od sporta. Najveće vrednosti imaju sportisti iz sportova gde je visina jedan od odlučujućih momenata kao što su: košarkaši, veslači, odbojkaši, plivači, vaterpolisti.

POTROŠNJA KISEONIKA- VO₂

Proces življenja podrazumeva u sebi i proces transfera energije. Energiju u ljudskom telu objedinjujemo u složeno energetsko pakovanje ATP (adenozin tri fosfat) koji se u telu proizvodi u posebnim organelama - mitohondrijama iz svih telu dostupnih, hranljivih supstrata. Za ovaj proces koji je kontinuiran i predstavlja 99% životnog sistema pravljenja energije je potreban kiseonik (O₂). Od mere potrebe za kisikom možemo izračunati i meru angažovanja ljudskog tela da proizvodi energiju. Isto tako, od sposobnosti da se veća količina O₂ utroši u jedinici vremena na jedinicu telesne mase, možemo govoriti o sposobnosti ili MOJI tela da proizvede energiju. Naravno da smo ovu sposobnost nazvali AEROBNA MO]. Što je ona veća, to se ljudsko telo sporije zamara (Zaciorski). U nekim sportovima ova telesna sposobnost je od izrazitog značaja i predstavlja stožer uspeha. U novijim radovima se aerobni energetski mehanizam, predstavljen aerobnom moći, raščlanjuje na dve osnovne komponente uglavnom zbog različitog porekla poremećaja koji mogu da ugroze regularan rad ovog sistema;

- centralnu komponentu koja obuhvata TRANSPORT O₂ od plućnih alveola u kojoj se kao osnovni ograničavajući faktor mogu pojavit nedostatak transportnih ćelija (eritrocita) ili pak nedostatak specifičnih nosača O₂ na samim eritrocitima (hemoglobina ili njegove neorganske komponente, gvožđa (Fe)).
- Perifernu komponentu gde se kao ograničavajući faktor mogu pojavit uzroci u samoj ćeliji kao što su, mali broj mitohondrija, genetski loše karakteristike oksidativnih procesa i sl. Periferna komponenta znatno umanjuje PROIZVODNJU ATP-a a direktna posledica SMANJENJE POTROŠNJE O₂.

Potrošnja kiseonika je neobično važan fiziološki parametar za koga se, u sportskoj medicini, vezuje najveći broj istraživačkih postupaka. Smatra da najbolje reprezentuje tzv. "unutrašnju cenu" rada i individualne mogućnosti kardiovaskularnog sistema (KVS-a). Kao i u životu, onaj ko može više da plati smatra se bogatijim, tako i u oblasti ergometrije, onaj ko postigne veću "unutrašnju cenu" rada smatra se

sposobnijim.Rečnikom mehaničara,potrošnja kiseonika je neka vrsta obrtomera pomoću koga je moguće steći uvid u performanse motora-u ovom slučaju KVS-a.Pored ovog, odredjivanje tzv. maksimalne potrošnje kiseonika(VO₂max.),pomoću određenih testova opterećenja o kojima će biti reči na drugom mestu, služi i za:

- procenu nivoa treniranosti sportista u pojedinim sportovima , - u selekciji mladih sportista jer ovaj pokazatelj veoma dobro korelira sa nasledjem,- u dijagnostici oštećenja srčanog mišića nakon određenih bolesti (infarkt) ,
- u proceni opterećenja na radnom mestu u industriji itd.

U miru,kod odraslih,potrošnja kiseonika iznosi oko 250-350ml/min.Ove vrednosti se mogu ,u toku napora, kod običnih ljudi povećati i 10 puta ,a kod dobro utreniranih sportista i 20 puta. Potrošnja kiseonika u miru ,u prvom mesecu života, iznosi 11.5ml/kg, a rastom i razvojem se postepeno smanjuje na nivo od 4.8ml/kg telesne mase. Ovo ukazuje na činjenicu da se sa razvojem kardiovaskularnog sistema podiže i njegova efikasnost. Sa druge strane, ova efikasnost podiže i nivo maksimalnih performansi kardiovaskularnog sistema, pa se maksimalna potrošnja kiseonika (VO₂max) u toku rasta i razvoja povećava. Tako od 1lit/min u dečaka i devojčica od 4-6 god., dostiže nivo od 2.5-2.9 lit/min kod žena, a 3-3.5 lit. kod muškaraca. Kod sportista su ove vrednosti znatno veće i dostižu i preko 5,5 lit/min. Ulaskom u period zrelosti, apsolutne i relativne vrednosti VO₂max opadaju i kod muškaraca i kod žena, pa se tako ovaj parametar kod muškaraca kreće u sledećim intervalima ;

- 30 god = 50ml/kg TM/min
- 40 " = 41ml "
- 50 " = 39ml "
- 60 " = 35ml "
- 70 " = 30ml "

Ova skala se mora uzeti uslovno, jer neka novija istraživanja sprovedena na omladincima starijim 19 godina koji su se vratili sa odsluženja vojnog roka, pokazuju zabrinjavajuće nizak nivo funkcionalnih sposobnosti,sa veoma niskim nivoom maxVO₂. Ova zapažanja zahtevaju dublji i seriozniji istraživački rad, naročito ako se pogledaju u svetu podataka da i školska omladina pokazuje pad nivoa fizičkih sposobnosti. Praćenjem rezultata testiranja omladinaca sa prijemnog ispita za Fakultet za fizičku kulturu u Beogradu, došlo se do podataka da se radi o konstantnom padu funkcionalnih sposobnosti KVS-a,iz godine u godinu, koji može poslužiti kao krunski dokaz sve brojnijem pokretu stručnjaka koji zagovaraju potrebu ponovnog uvodjenja trećeg časa nastave fizičkog vaspitanja u osnovne i srednje škole Srbije.

Za razliku od svojih sve neaktivnijih vršnjaka, sportisti pokazuju znatno bolje rezultate pri istom opterećenju što znači da je njihov kardiovaskularni sistem znatno efikasniji i sposobniji za adaptaciju na napor. U toku testiranja, na istom nivou opterećenja, sportisti ranije završavaju adaptacione procese na napor postizanjem takozvanog stabilnog stanja ili stanja ergostaze, od svojih vršnjaka nesportista i mogu da se izlože većem kiseoničkom dugu što se ogleda u sposobnosti da duže podnose rad na istom nivou opterećenja.

U poređenju sa odraslim sportistima, mlađi imaju manju maksimalnu potrošnju kiseonika ali često mogu da podnesu veći kiseonični dug. Otuda i ne čudi pojava veoma mlađih svetskih rekordera, petnaestogodišnjaka, koji su treningom potencirali ovu naučnu činjenicu i u određenim sportskim disciplinama postavili svetske rekorde i pre svoje biološke zrelosti. Naravno, ovde se postavlja pitanje opasnosti po zdravlje koja prati ove sportiste i iako nema ozbiljnijih istraživanja, nameće se zaključak da su karijere ovih sportista kratke i oni veoma brzo silaze sa svetske scene bez nekih objašnjenja zbog čega je njihov pad nastao.

RAZVOJ KARDIOVASKULARNOG SISTEMA

U ovom poglavlju obradjivaćemo anatomske ,fiziološke i razvojne karakteristike kardiovaskularnog sistema(KVS) koji je, sa stanovišta fizičkog napora, sistem sa najmanjom funkcionalnom rezervom pa kao takav ,čest ograničavajući faktor u radu. U sastav kardiovaskularnog sistema spadaju ;

- srce
- krv
- krvni sudovi (od najvećih arterija i vena do sistema kapilara)

Kao centaralna pumpa u organizmu, i pored svoje odredjene autonomije u radu, nalazi se pod velikim uplivom i CNS i perifernog nervnog sistema ,(vagusa i simpatikusa).

U anatomskom smislu,srce je organ kruškolikog oblika smešten u grudnoj duplji sa leve strane i prema napred.Sastoјi se od četiri šupljine razdvojene pregradama i u anatomskom, a delimično i funkcionalnom smislu, potpuno odvojene.Dve manje šupljine su pretkomore(*atrium*) (leva i desna) a dve velike šupljine su komore(*ventriculum*) (takođe leva i desna).Pretkomore su od komora razdvojene atrioventrikularnim zaliscima koje zbog tri lista kojim zatvaraju šupljinu nazivamo trikuspidalni zalisci.Iz pretkomora krv ulazi u komore gde snažnom kontrakcijom mišića komore (-*sistola*),kroz arteriju pulmonalis (iz desne komore) i aortu (iz leve komore) odlazi u mali i veliki krvotok.Na ulazima u arteriju pulmonalis i aortu nalaze se srčani zalisci kojih ,opet,ima po tri na svakom ušću.Promene na zaliscima stvaraju šumove pri prolasku krvi i označavaju žeste bolesti srca- srčane mane.

Srce u funkcionalnom smislu možemo podeliti na levo i desno srce iako je period punjenja (dijastola) i period pražnjenja (sistola) zajednički.U desnom srcu ,nazvanom desna srčana pumpa ,krv se prosleđuje u pluća na oksigenaciju da bi se iz pluća prosledila ntrag ,ovog puta u levu polovinu srca ,levu pretkomoru .Ovaj tok krvi (dena pretkomora,desna komora,pluća ,)nazivamo MALI KRVOTOK.Tok krvi iz leve pretkomore ,leve komore ,preko aorte u celo telo nazivamo VELIKI KRVOTOK.

Srčane pumpe rade automatizovano ,predvođene prirodnim srčanim pejsmejkercem sino-atrijalnim čvorom ,grupicom nervnih ćelija izolovanih u desnoj pretkomori.Sistemom nervnih vlakana ,impuls nastao u SA čvoru se širi do atrioventrikularnog čvora koji je smešten na prelasku desne pretkomore u komoru u međukomorskem zidu.Tu se sada impuls deli na dve velike grane koje idu duž međukomordkog septuma (Hissov snop) i preko velikog broja sitnih nervnih vlakana (Purkinjeve ćelije) dolaze do mišićnih ćelija šireći akcioni potencijal i izazivajući pomeranje aktinskih niti između miozinskih niti.Pošto mišići u srcu nisu poređani uzdužno kao kod skeletnih mišića već su isprepletani u mrežu,to se kontrakcija u mehaničkom smislu ogleda kao kružno skupljanje velikih šupljina .Proizvod ovakve mehaničke sile je istiskivanje krvi iz srca u cirkulaciju.

Električne efekte srca možemo pratiti pomoću aparata koji nazivamo elektrokardiograf(EKG) i naravno,zapisati ih na specijalnom papiru.danas su moderni EKG aparati potpuno kompjuterizovani i sami izvrše analizu snimka.

Prirodni pejsmekeri srca mogu ,pored SA postati i svi ostali nervni elementi srca pomenuti u prethodnom tekstu.Za ovaj proces je neophodno da se glavni vodič SA čvor,razboli.Njegova frekventnost je u rasponu od 40 do 200 impulsa u minutu i ako se njegova snaga smanji ispod 40 otkucaja,njegovu ulogu preuzme AV čvor.Međutim ,njegova snaga ne prelazi 40 impulsa u minutu što znači da takva osoba nije u mogućnosti da se adaptira ni na koji rad.U slučaju da i AV čvor prestane da radi,svaka ćelija u srcu ,pošto poseduje deo nervnog tkiva može postati pejsmejker.Ali ,taj proces je u zoni teškog patološkog stanja jer su kontrakcije srca slabe a broj otkucaja koji može da se generiše ispod 30.Naravno ,ovo su indikacije za ugradnju veštačkih pejsmejkera.

Razvoj srca je interesantan i može se podeliti u dva osnovna perioda. ;

-period intrauterinog razvoja

-period ekstrauterinog razvoja.

Ovu podelu činimo zbog toga što je srce jedan od organa koji po porodjaju potpuno menja hemodinamiku unutar svog morfološkog prostora i menjajući ga(sam prostor) dobija novu funkciju i ulogu.U intrauterinom životu , budući da dete ne diše i ne postoji mali krvotok, leva komora koja je kod odraslih ljudi znatno veća od desne komore, ima gotovo iste morfološke karakteristike i dimenzije kao i desna komora. Sa rođenjem i prvim udahom, zatvaraju se šantovi(komunikacije u pretkomorama izmedju desnog i levog srca) i leva komora, pod pojačanim prilivom krvi iz pluća obogaćene kiseonikom, preuzima dominantnu ulogu kao pumpa i postepeno morfološki prevazilazi dimenzije desne komore. Već u prvoj polovini prve godine, srce udvostruči svoju težinu da bi kod odraslog dostiglo težinu koja je i do 14 puta veća od one pri rođenju i iznosi oko 300gr.. Ova tendencija leve komore da se morfološki izdiže iznad kvaliteta desne komore očitava se i u situacijama kada su opterećenja leve komore konstatno povećana i imaju elemente ponavljanja, kao što je trenažni proces kod sportista.Kod sportista, zbog povećanog priliva krvi u srce i shodno tome povećanim zahtevima u toku rada, prvenstveno se uvećava leva srčana komora, što se u sklopu niza drugih osobina koje ćemo obraditi na drugom mestu, pripisuje jednom specificnom sportsko-medicinskom entitetu- "sportskom srcu".

Srce je kruškolikog oblika, sa vrhom okrenutim na dole i unapred. Medjutim , postoji više oblika srca kod različitih konstitucionalnih tipova i u različitom dobu. Tako srećemo i "kapljasto" ili "viseće " srce kod asteničnih osoba (najčešće se tu radi o leptosomnoj konstituciji) . Sam položaj srca u uskom a dugačkom grudnom košu doprinosi raznim poremećajima u njegovom radu, počev od smanjenja radne sposobnosti, do pojave labilnosti cirkulacije i sklonosti kolapsnim stanjima koja ponekad, u uslovima pružanja nestručne prve pomoći, mogu imati i dramatičan tok.

Porast srca i povećanje njegove težine zasnivaju se na procesima povećanja broja mišićnih vlakana(mišićna vlakna srca nakon rođenja imaju veći broj jedara) i povećanju njihove debljine.Koliko su ovi procesi u toku razvoja poželjni i omogućavaju ospozobljavanje srca za sve veće prohteve sve većeg i snažnijeg tela , toliko su i nepoželjni u pojedinim kritičnim fazama razvoja sportskog srca kada se predje "granica zdravlja", o čemu ćemo detaljnije u poglavlju o sportskom srcu.

Jedan od bitnih momenata za pravilan rad srčanog mišića je njegova dovoljna opskrbljenost krvlju koja mu donosi hranljive materije i kiseonik. Ovo je povezano sa krvnim sudovima srca koje nazivamo *koronarni krvni sudovi* i kapilarnom mrežom koja direktno opkoljava mišićne ćelije. Broj kapilara se povećava od rođenja do zrelog doba, paralelno sa razvojem celog organizma, ali se može konstatovati da njihova koncentracija nije ista tokom svih uzrasta. Kod novorođenčeta, broj kapilara je oko 3365 i na svaki kapilar dolazi šest mišićnih vlakana, dok kod odraslih, broj kapilara na mm² je oko 3340, ali svaki kapilar dolazi na jedno mišićno vlakno.

Srčana frekvencija je broj otkucanja srca u jedinici vremena,(minut). Ona je po rođenju visoka, (120-130/min), da bi se postepeno smanjivala vremenom i kod odraslog čoveka se ustalila na otprilike 75 otkucaja u minutu.Iz ovoga se može uočiti postepeno usporavanje srčane frekvencije u toku rasta koje je nešto veće kod muškaraca i direktno govori o porastu snage i efikasnosti srčanog mišića. Niže vrednosti pulsa se sreću kod dece i omladine koja se bave sportom, naročito disciplinama u kojima je trening izdržljivosti dominantan.

KRVNI PRITISAK

Krvni pritisak je onaj pritisak koji krv,svojim prolaskom kroz krvni sud,proizvede na zid krvnog suda.Razlikujemo gornji-sistolni krvni pritisak koji je merilo snage srčane kontrekcije prilikom izbacivanja krvi u cirkulaciju ,i donji- ili dijastolni pritisak koji predstavlja pritisak u sistemskoj cirkulaciji za vreme srčane pauze- punjenja.

Više činilaca opredeljuje veličinu krvnog pritiska ali ćemo mi,za našu upotrebu izdvojiti samo tri:

1.Tonus zida krvnog suda2.Snaga srčanog mišića3.Viskozitet krvi

Tonus zidova krvnih sudova takođe reguliše više faktora od kojih bi izdvojili;

- uticaj perifernog i centralnog regulisanja od strane neuro-endokrinog sistema i
- elastičnost zida samog suda.

Snaga srčanog mišića,ako se ima u vidu uloga srca kao pumpe,je od presudnog značaja u stvaranju arterijske tenzije.Fizičko vežbanje umerenog intenziteta i po tipu aerobnog rada,po najvećem broju autora,snižava krvni pritisak,delujući istovremeno i na prvi i na drugi navedeni faktor.Tonus zida se smanjuje kod osoba koje uspešno regulišu svoje psihičko stanje borbom protiv akutnog i hroničnog stresa.Postoje takozvani"anti-stres "programi fizičkog vežbanja koji su ,u poslednje vreme, izuzetno popularni.Sa druge strane,samo fizičko vežbanje podiže nivo kontraktibilnosti (snagu) srčanog mišića što povećava njegovu efikasnost .Ovo povećanje najbolje uočavamo postepenim smanjenjem srčane frekvence,kao adaptacioni mehanizam,na ponovljeni rad istog obima i intenziteta.Ovo možemo nazvati i "efektom treninga". Bez obzira na sve ovo,merenje krvnog pritiska ostaje u sklopu svakog sistematskog pregleda dece, starije od 15 godina naravno, ukoliko postoji odgovarajuća manžetna (koja je manja po dužini i širini od standardne) . Prosečne vrednosti krvnog pritiska kod dece znatno variraju od autora do autora i iznose od 100-140 za sistolni do 65-90 za dijastolni.Istraživanja pokazuju da sa rastom i razvojem ,suprotno od frekvence koja pada ,tenzija raste.Veličina opterećenja srca se može izraziti proizvodom srčane frekvence i arterijske tenzije:

Opterećenje srca =Frekvenca x arterijski pritisak

Budući da su trendovi kretanja apsolutnih veličina ove dve komponente sa suprotnim predznacima, može se očekivati da će, u periodu razvoja, opterećenje srca ostati približno isto.U toku standardizovanog fizičkog rada,sa povećanjem starosti, kardiovaskularni sistem na isto opterećenje pokazuje smanjenje arterijske tenzije,kako sistolnih tako i dijastolnih vrednost(Reindell). Sistematsko telesno vežbanje u dužem periodu može dovesti do nižih vrednosti i sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska. S druge strane, trening snage u

mladjim uzrastima, ukoliko je skopčan sa vežbama snage statičkog tipa, može izazvati blagu hipertenzivnu reakciju koja obično ima dobru prognozu.

SISTOLNI I MINUTNI VOLUMEN

Srčani ciklus ima dve faze; sistolu i dijastolu. Volumen krvi koji se izbacuje iz leve komore u sistemsku cirkulaciju preko aorte u toku jednog ciklusa (jednog udara), zove se sistolni (ili udarni) volumen. Zbir svih udarnih volumena u toku jedne minute čini minutni volumen srca. Razvojem srca povećavaju se i njihove vrednosti. Od vrednosti 3.5ml u drugom mesecu života, udarni volumen dostiže vrednosti od 60-70ml kod odraslih, što predstavlja povećanje od 20 puta,(M. Stojanović) . U isto vreme minutni volumen se poveća svega 11 puta, (od 400ml do 4500ml) .

S P O R T S K O S R C E

Problem povećanja srca kod sportista usled adaptacije na učestalo povećano radno opterećenje je izuzetno interesantan i poslednjih godina veoma proučavan sportsko medicinski entitet. Njime su se bavili kako kliničari tako i sportski fiziolozi, a naročit doprinos izučavanju ove materije dali su i dva naša, svetski priznata naučnika ,Radovan Medved i Vesna Djurdjević. Teorije o tome da li se sportsko srce mora svrstavati u bolesno ili zdravo srce su se jedno vreme smenjivale, dok izuzetnim istraživačkim radovima ,izmedju ostalih i gore navedenih naučnika, nije stavljen tačka na polemiku i odredjena mera na kojoj se zdravlje pretvara u bolest. Glavni adut u rukama fiziologa koji su zagovarali teoriju o zdravom sportskom srcu, je činjenica da pripitomljene divlje životinje, kod kojih je na silu umanjena količina kretanja, imaju manje srce od svojih divljih i slobodnih srodnika kojima ova činjenica , naravno, nimalo nije smetala da duže žive od pripitomljenih. Dodatnu zbrku u celu materiju su uneli naučnici koji su, nedovoljno preciznim metodama istraživanja, tvrdili da je ukupan broj srčanih otkucaja zabeležen u genotipu i shodno tome, sportisti imaju sve šanse da pre isteka svog" biološkog časovnika "potroše svoje srčane otkucaje. Briga kliničara zasnivala se na činjenici da se proširenjem srčanog mišića na račun uvećanja obima miofibrila smanjuje kapilarni prostor, pa shodno tome i relativna prokrvljenost samog mišića.Ova situacija, u neku ruku, imitira početke koronarne bolesti. Zaista, u određenom broju slučajeva, može se kliničkim pregledom utvrditi da se kod povećanog sporskog srca mogu pojaviti i elektrokardiografski znaci relativne ishemije srca, ali je veoma teško i komplikovano utvrditi pravo poreklo same ishemije i veoma je opasno za to optužiti isključivo sportsku hipertrofiju. Uz pomoć volumetrijskih metoda i u novije vreme ultrazvuka, dobijeni su dragoceni podaci o morfološkim karakteristikama sportskog srca. Tako, prema Letunovu i Motiljanskoj (iz V.Djurdjević) možemo, prema rentgenskoj slici, razlikovati tri morfološka modela sportskog srca.

1.Prvi tip-izgled i veličina srca u granicama norme (sreće se kod sportista iz sportskih disciplina kod kojih trening ne utiče bitnije na srce kao što su sprinterske discipline). Ovaj tip srca se može sresti i kod koncentrične hipertrofije miokarda (gimnastičari i dizači tegova).

2.Drugi tip-znaci kardiomegalije(enormnog povećanja) sa dominantnim povećanjem leve komore.

3.Treći tip- znaci kardiomegalije sa povećanjem obe srčane komore.

Sportisti iz sportskih disciplina tipa izdržljivosti obično imaju unilateralnu ili bilateralnu, (obostranu), dilataciju srčanih komora.

Raspon prosečnih vrednosti apsolutnog i relativnog volumena srca kod zdravih netreniranih osoba i sportista.

APSOLUTNA I RELATIVNA ZAPREMINA SRCA

grupa	pol	VS(ml)	VS/TM (ml/kg)	VS/TPml/min		
netrenirani	m	410-820	9.5 -11.5	3545	ž	320-580
	m	870-1300	11.2-15.3	-	ž	470-600

VS=volumen srca prema studiji Karpmana, Koniga, Medveda(iz V.\urđević)

Najveće do sada izmereno srce pripada jednom našem vaterpolistu(1700ml,Medved i sar.), dok je kod sportistkinja izmereno 1150ml.

Polemika, da li se kod sporskog srca radi o dilataciji ili hipertrofiji, završena je konstatacijom da su oba procesa zastupljena, s tim da prvo, zbog konstantno povećanog priliva krvi u levu komoru, nastaje njen proširenje (**dilatacija**), pa tek kao adaptacioni mehanizam, nastaje **hipertrofija** samog srčanog mišića.Na taj način, povećanjem svog poprečnog preseka,srčani mišić rešava nastali problem i omogućava veću snagu same kontrakcije a time i udarni i minutni volumen. Da se radi o hipertrofiji, dokazuje i povećanje težine srca. Tako, kod netreniranih zdravih osoba ona je oko 300gr, dok sportsko srce može težiti i 500 gr. pa i više. Upravo ova težina je proglašena granicom izmedju fiziološke, (zdrave) i patološke hipertrofije srca ,

jer do ove veličine hipertrofija je uskladjena sa mogućnostima koronarnih arterija i kapilarnim protokom čije su vrednosti iste kod treniranih i netreniranih osoba.

Sve gore navedene morfološke promene izazvale su i niz funkcionalnih promena. Da se radi o funkcionalno veoma sposobnim organima, govori činjenica da je veoma veliki broj sportista svetskih rekordera pri vrhu liste u veličini srca. Pored toga, registrovane su i sledeće funkcionalne i kliničke promene:

- smanjenje pulsa u miru i na standardni napor
- blago smanjenje arterijske tenzije
- EKG promene koje su reverzibilne po prestanku bavljenja sportom
- povećanje maksimalne potrošnje kiseonika na testovima opterećenja kod sportista sa fiziološkim sportskim srcem.

Iz svega gore navedenog može se konstatovati da, u najvećem broju slučajeva, kod sportista sa povećanim srcem može se govoriti o fiziološkom adaptacionom povećanju koje nije štetno po zdravlje, ali, koje je neophodno pratiti u toku celog sportskog staža i određen vremenski period po prestanku bavljenja sportom.

KRV

Neopravданo je malo mesta ostavljeno u okviru našeg predmeta ulozi krvi i sistema za krvotok, njihovom razvoju i uticaju fizičkog vežbanja na te procese. Neopravданo jer su poremećaji u ovim organskim sistemima toliko brojni, da se pored infekcija respiratornih puteva i upale krajnika najčešće sreću u sportsko-medicinskoj praksi. Ovde u prvom redu mislimo na oboljenja vezana za smanjen broj eritrocita-ANEMIJE.

Uloga krvi u ljudskom organizmu je višestruka. Nabrojali bismo samo nekoliko:

- održavanje homeostaze, (nepromenljivost unutrašnje sredine)
- transport kiseonika pomoću eritrocita
- transport hranljivih materija u ćelije
- transport otpadnih materija iz ćelija
- odbrambena uloga (leukociti)
- uloga u zgrušavanju krvi (trombociti)

Već u trećem mesecu intrauterinog života, koštana srž preuzima ulogu krvotornog organa i u doba rodjenja celokupna koštana srž je u funkciji stvaranja krvnih elemenata. Već u prvim mesecima nakon rodjenja, crvena koštana srž iz cevastih kostiju postepeno se pretvara u inaktivnu - žutu koštanu srž, tako da se krvotorna funkcija zadržava samo u kratkim i pljosnatim kostima, što prestavlja oko 50% od ukupne koštane srži. Zapremina krvi kod novorodjenčeta je oko 275ml i u odnosu na telesnu masu to je relativno najveća količina krvi koju organizam poseduje. Apsolutne vrednosti količine krvi se i dalje povećavaju (relativne koje se odnose na TM se smanjuju) i u pubertetu dostižu vrednosti od 3800ml kod devojčica i 4500 kod dečaka.

Broj crvenih krvnih zrnaca (*eritrocita*) se kod odojčeta kreće od 5-6 miliona u 1 ml i polako opada u doba ranog detinjstva i predškolskog uzrasta da bi se od školskog uzrasta ponovo povećavao na vrednosti od 4.5-5 miliona kao i kod odraslih. Podaci za osobe koje se bave sportom su krajnje kontradiktorni. Nasuprot ranijim istraživanjima po kojima se kod sportista povećava broj eritrocita u toku bavljenja sportom, novija istraživanja govore upravo suprotno, da se kod vrhunskih sportista veoma često nalaze ili prosečne vrednosti krvne slike ili, što nije nimalo retko i relativne blage anemije. Količina hemoglobina,i kod dečaka i kod devojčica ima približne vrednosti do puberteta, gde se razvoj zaustavlja, kad su u pitanju devojčice.Kod dečaka se nastavlja povećanje hemoglobina što prouzrokuje postojeću razliku u nivou transportnih sposobnosti i shodno tome,nivou aerobnih sposobnosti.

Sportovi izdržljivosti zahtevaju normalnu ili povećanu transportnu funkciju krvi pa se i bazične pripreme ovih sportista sprovode u uslovima relativne hipoksije (smanjene koncentracije kiseonika u vazduhu na povećanim nadmorskim visinama) . Ovde se iz neznanja često brkaju osnovni pojmovi pa se bez prethodne konsultacije sa lekarima odvode pojedinci ili čitave ekipe na bazične"visinske" pripreme u planinska turistička mesta koja nemaju osnovni preduslov , dovoljnu nadmorsklu visinu. Smatra se da je najniža granica nadmorske visine koju možemo koristiti za takozvane "visinske pripreme" 2000m. Drugi , može se reći odlučujući momenat, je trajanje boravka na ovakvim nadmorskim visinama. Najkraći period za koji se tvrdi da ima efekta na pojavu povećanja broja eritrocita u krvi je tri nedelje, a u bugarskim programima priprema olimpijskih šampiona najkraći period je 90 dana i to na nadmorskim visinama većim od 2500 m (Belneken) . Pri ovome se mora voditi računa da se prvi trajni efekti ovakvog pripremanja sportista mogu očekivati tek nakon okončanja ciklusa eritropoeze koji traje oko 100-120 dana, pa se i povećanje broja

eritrocita kod ovih sportista može očekivati tek za tri meseca.Ovo je podatak je od bitnog značaja za planiranje forme i intenziteta treninga na duže vreme (makrocikluse). Indirektni dokaz da su dugotrajni trenažni procesi na velikim nadmorskim visinama jedini ispravan pristup u trenizima u sportovima izdržljivosti je pojava velikog broja ekstrakvalitetnih srednjeprugaša i dugoprugaša iz Etiopije i Maroka. Sabiranjem činjenica,došlo se do zaključka da se, u poslednjih desetak godina, najveći broj najkvalitetnijih srednje i dugoprugaša RODIO na nadmorskim visinama iznad 2000m.

Nasuprot anemijama koje su posledica smanjenja broja eritrocita, mnogo češće se sreću anemije kod kojih je smanjena koncentracija nosača kiseonika-hemoglobina. Koncentracija hemoglobina kod novorodjenčeta je u relativnim odnosima najveća, (oko 130%). U toku prve godine života opada na vrednosti od 75-80% da bi do doba zrelosti dostiglo nivo od 85-100%.

I za broj belih krvnih zrnaca je dugo vladalo mišljenje da se, zbog njihovog eksperimentalnim radovima dokazanog povećanja u toku fizičkog rada, postiže relativna bolja odbrambena sposobnost protiv infekcija. Nažalost, ovakav stav moramo odgraničiti samo na vežbanje umerenim (rekreativnim) intenzitetom, jer je dokazano da kod bavljenja vrhunskim sportom ,gde su svakodnevno prisutni naporci enormnog, iscrpljujućeg intenziteta, dolazi do upravo suprotnih stanja , povećane sklonosti za infekcije, ili drugačije rečeno, smanjenja imunološkog odgovora sportista na infekciju. Pojava banalnih infekcija u toku završnih priprema je rani znak pretreniranosti i loše koncipiranog programa uvođenja u vrhunsku formu. Sam broj leukocita kod novorodjenčeta se kreće između 15-30000 u 1ml krvi. Kasnije, ovaj broj opada i kod normalnih odraslih osoba se kreće između 5-7000, (gornja granica 10000).

Poslednji krvni element-trombocit ili krvna pločica od čijeg prisustva zavisi pravovremeno zaustavljanje krvarenja ima slične vrednosti kako kod dece tako i kod odraslih. Ovaj broj se kreće od 100.000-900.000 a u proseku je oko 300.000 u 1mm³ krvi.

KRVNI SUDOVI

Krv cirkuliše u zatvorenom sistemu krvnih sudova koje po veličini i gradji delimo na;

- a) arterije (odvode krv iz srca)
- b) vene(dovode krv iz srca)
- c) kapilare (krvna mreža oko samih ćelija)

ARTERIJE

Arterije su krvni sudovi koji odvode krv iz srca .Prvi krvni sud je Aorta koja izlazi iz leve srčane komore i prelazi u široki luk iz koga se izdvajaju leva i desna karotidna arterija koje odvode krv u glavu i dve potključne arterije (a.subclavia) koja prokrvjuje vrat i gornje ekstremitete.Iz pazušne jame iz a.subclavie se odvaja nadlaktična arterija (a.brachialis) koja u lakatnom zglobu prelazi u podlaktičnu arteriju (a. radialis) .Aortni luk se produžava kroz grudni koš put naniže i prelazi u stomak (aorta abdominalis) iz koje izlaze najčešće parne arterije za prokrvavljenje abdominalnih organa-želuca ,jetre,bubrega i slezine.U visini krsno bedrenog zgloba,aorta se račva na dve bedrene arterije (a.femoralis) koja ispod kolenog zgloba prelazi u potkolenim arterijama (a.tibialis).

VENE

Venski krvni sudovi započinju sabirnim venskim kapilarima koji prerastaju u venule.Venski sistem čine vene malog i velikog krvotoka.Vene malog krvotoka su četri plućne vene koje iz pluća odvode krv obogaćenu kiseonikom u levu pretkomoru.Vene velikog krvotoka dovode krv iz celog organizma u desnu pretkomoru preko gornje i donje šuplje vene (v.cava superior i v.cava inferior).Gornja šuplja vena skuplja krv iz cirkulacije iznad dijafragme a donja šuplja vena iz cirkulacije ispod dijafragme.

Građa ovih krvnih sudova se razlikuje u prisustvu i količini mišića u zidovima pa tako kod velikih krvnih sudova je zid suda sastavljen skoro isključivo od elastičnog vezivnog endotela, u malim krvnim sudovima prisutne su znatne količine mišićnih vlakana dok su kapilari sastavljeni isključivo od jednoslojnog epitela.Naravno,sa starenjem ,pored matičnog tkiva,na endotelu krvnih sudova se pojavljuju i naslage u vidu arteriosklerotičnih ploča ,koje pored sužavanja lumena krvnog suda,smanjuju i njegovu elastičnost,što se zajedno manifestuje povećanjem arterijskog pritiska.Ovakve patohistološke promene se mogu javiti i relativno rano, (18-21 godina života), što je otkriveno na poginulim regrutima Američke vojske u toku vietnamskog rata. Interesantna su patohistološka istraživanja na velikim krvnim sudovima poput aorte.Naime,ustanovljeno je da se elastičnost krvnih sudova povećava do 12-14 godine posle čega se

elastičnost sve više smanjuje. S druge strane, težina aorte se od rođenja pa do 80 godina starosti stalno povećava (Mayer). Najveća elastičnost zidova velikih krvnih sudova u pubertetu može imati udela u stvaranju fenomena "pubertetskih šampiona" jer odnos,volumen/otpor je u ovom periodu najpogodniji za maksimalne aerobne sposobnosti. Svaki krvni sud predstavlja određen otpor proticanju krvi kroz njega. Veličina otpora zavisi u prvom redu od veličine krvnog suda, njegove elastičnosti i na kraju, samoj viskoznosti, (specifičnoj gustini), krvi. Suženje krvnih sudova, (ili pak njihov hronični spazam koji je moguć kod onih krvnih sudova koji poseduju dovoljne količine mišićnog tkiva u zidovima), dovodi do povećanog arterijskog pritiska koji , ukoliko se održava duži vremenski period, postepeno , zbog povećanog opterećenja srčanog mišića može izazvati morfološke i funkcionalne promene na samom srcu i izazvati teža organska oštećenja. Pored gore navedenih momenata koji dovode do povećanja opterećenja srčanog mišića, ne sme se zaboraviti još jedan ,čisto mehanički momenat, koji nastaje povećanjem količine masnog tkiva kod preterane gojaznosti-povećanja dužine krvnih sudova. Efekti su isti kao i od arterioskleroze. Povećanje arterijske tenzije. Lumen , (širina-zjap), krvnih sudova se, u novije vreme, koristi i u nekim prognostičkim modelima u ranoj selekciji sportista za sportove izdržljivosti. Tako se vidi da se po promeru veličine aortnog zjapa, već nakon rođenja, može dati orientaciona ocena kakve će biti aerobne sposobnosti budućeg odraslog sportiste. Ovo su naravno kompleksne metode, najčešće zasnovane na ultrazvučnom dijagnostikovanju i još nedovoljno potvrđene .

RAZVOJ DIGESTIVNOG TRAKTA

U sistem organa za varenje - digestivni trakt čoveka ubrajamo sledeće organe;

-*usnu duplju*

- *ždrela*

-*jednjak*

-*želudac sa dvanaestopalačnim crevom*

-*tanka creva*

-*debelo crevo i anus (čmar)*. U samom procesu varenja svojim pojedinim funkcijama aktivno učestvuju i dva samostalna i kompleksna organa, jetra i pankreas koji, pored digestivne, obavljaju i niz drugih složenih funkcija u organizmu. Jetra varenje potpomaže lučenjem žući a pankreas lučenjem pankreasnog soka.

Usna duplja u toku dojenja nema veliku ulogu u samom procesu varenja (digestiji) . Pljuvačka koja se prilikom žvakanja kod odraslog čoveka luči ima višestruku ulogu.

Tako, možemo jasno izdiferencirati najmanje tri uloge pljuvačke;

- učešćem enzima pljuvačke započinje varenje pojedinih delova hrane i priprema određenih teže svarljivih namirnica za kompleksnije varenje u želucu, dvanaestopalačnom crevu i najzad u tankom crevu.

-sama kiselost pljuvačke,zbog prisustva određenih jedinjenja koja po sebi predstavljaju kiseline, omogućava stvaranje prve barijere protiv trovanja biološkim agensima (bakterijama) u hrani jer kiselina pljuvačke omogućava razaranja membrana bakterija i njihovo uništavanje.

-vlaženjem hrane stvara se uslov za njeno žvakanje i gutanje.I želudac ,jednim svojim delom spada u žlezde sa unutrašnjim lučenjem jer proizvodi odrđene hormone u procesu varenja.

@*drelo* je zajednički organ i digestivnog i respiratornog sistema .Zbog ovoga ponekad,nastaju problemi u fazi gutanja i hrana može da pogreši put i uđe u dušnik.

Jednjak (ezophagus) je cevast organ sastavljen od mišićnog sloja obloženog sluzokožom ,dužine oko 25 cm i funkcija mu je da sprovede hrana do želica.

@*eludac* (gaster) je mišićno sluzokožni organ smešten ispod diafragme sa leve strane (ispod srca).Ovaj položaj nije zahvalan u anatomske smislu jer se ponekad događa da prepun želudac svojom veličinom pritiska organe grudne duplje pa i srce i ometa ih u radu.Zabeleženi su i teži slučajvi sa oštećenjem srčanog mišića (infarkt).Zapremina želuca je oko 1500 ml .Oblik želuca podseća na kesu koja je blago presavijena na polovini.Ova krivina želuca omogućava kraće zadržavanje hrane u procesu pripreme z varenje.Zid želuca se sastoji iz seroznog ,mišićnog i sluzokožnog dela.Serozni sloj se nalazi u unutrašnjosti želudačne duplje i luči enzime za varenje (pepsin),hlorovodonicičnu kiselinu (HCL) i hormone želuca za regulaciju varenja.Mišićni sloj služi za mešanje hrane sa sokovima želuca i guranje ka daljim partijama -dvanaestopalačnom crevu (duodenum) digestivnog trakta na dalju obradu.

Duodenum- prvi deo tankog creva dugačko je 30 cm i u njemu se iz dva suprotna pravca sливаву veoma bitni fermenti za dalji proces varenja,žuč iz žučne kese i pankreatin ,sok iz gušterače.Ovi sokovi omogućavaju varenje i najkompleksnijih celuloznih delova namirnica.

Tanko crevo je dužine između 5 i 7 metara i ,za razliku od ostalih delova digestivnog trakta,potpuno je pokretno .Jedina veza sa zadnjim trbušnim zidom predstavlja trbušna maramica(mesenterium),veoma bogat splet krvnih sudova kroz koji se hranljive materije ,nastale u procesu varenja,transportuju do ostalih delova tela-potrošača.I kod tankih creva je ,u organizaciji i arhitekturi,kao i kod same ćelije,pribegnuto istom rešenju.Naime,sluzokoža tankog creva je naborana pa je upijajuća površina povećana za 6-7 puta.

Debelo crevo je završni deo digestivnog trakta ,dužine oko 1.5m.U njemu se uglavnom upija preostala voda iz ostatka sadržaja varenja.

Jetra je najveća fabrika u ljudskom organizmu sa zavidnim proizvodnim procesima vrlo kompleksne tehnologije.U današnjem vremenu,predstavlja bi modernu ,savremenu fabriku koja zaokružuje sve procesne etape,razgradnju,proizvodnju i reciklažu materijala.U prevodu,ovo znači da se u jetri vrši sinteza i ograničeno deponovanje energetskih materijala (glikogen) ,detoksifikacija određenih nusproizvoda rada ćelija u celom organizmu(mlečna kiselina) i to tehnologijom koja koristi recikliran materijal za ponovnu sintezu.Da ne postoji u tom procesu stanovit gubitak energije,mogli bi smo reći da je ovaj organ najbliži pojmu PERPETUM MOBILE,naravno, u prenosnom smislu.Protok krvi kroz ovaj organ je izvanredan pokazatelj njene zaposlenosti jer kroz nju u toku samo jednog minuta prođe oko 1.3 litra krvi.Težina jetre je oko 1.5 kg.Jetra je sastavljena od više lobusa i ,zahvaljujući svojoj veličini i efikasnosti u radu ,poseduje veliku radnu rezervu.Svoju funkciju može da obezbedi sa samo petinom zdravog tkiva.

Pored metaboličke uloge ,jetra poseduje i sekretornu ulogu i to i kao egzokrina i kao endokrina žlezda.Lučenje žuči u žučnu kesu je egzokrina uloga a sinteza testosterona i još nekih hormona koje direktno ubrizgava u krv je endokrina uloga.

Jetra je smeštena ispod dijafragme,izpod desnog rebarnog luka,i u ležećem položaju moguća njena palpacija i pregled.

Gušterača (pankreas) je ,kao i jetra ,žlezda sa egzokrinom i edokrinom ulogom.Egzokrinom ulogom ,lučenjem pankreasnog soka ,pomaže varenju a lučenjem insulina i glukagona učestvuje u endokrinoj regulaciji nivoa šećera u krvi (glikoze).Teška je 70-90 grama i sastoji se iz tri dela;glave ,tela i repa.

I razvoj sistema za varenje hrane kod odojčeta je postepen proces. U početku, digestivni trakt je osposobljen za varenje samo majčinog mleka ili , u nuždi, razblaženog kravljeg mleka. U mleku majke se nalaze sve potrebne materije za rast i razvoj odojčeta uključujući i materije koje ga štite od raznih bioloških agenasa (bakterija i virusa) tkz. antitela. U jednom periodu ovog veka (šezdesete godine) bilo je veoma popularno upućivati majke na veštačku ishranu kojom bi zamenjivale naporna i iscrpljujuća dojenja i na taj način lakše podnele prvi i najteži period nege deteta, dojenje. Međutim, nijedna veštačka ishrana nema u sebi one biološke kvalitete kao prirodno majčino mleko i ne štiti dete od infekcija pa se, na svu sreću, ovaj proces poslednjih godina sveo na neophodnu meru.Ni u jednom veštačkom preparatu ne postoje anti tela- zaštitne belančevine koje sprečavaju pojavu infekcija kod odojčeta dok se imuni sistem ne razvije (6 - ti mesec po rođenju).

Kod odojčeta, zbog načina ishrane dejstvo pljuvačke se produžava sve do momenta kada je želudačni sokovi ne razlože.

Jednjak odojčeta je srazmerno slabijih sfinktera i budući da su dimenzije želuca veoma male (zapremina oko 150ml) veoma često dolazi, usled podrigivanja, do vraćanja hrane u usnu duplju . Ovo može po male i nemoćne bebe da bude veoma opasno jer se od povraćene hrane mogu ugušiti pa je neophodno posle svakog dojenja dete blagim tapšanjem po leđima naterati da podigne i izbaci vazduh iz želuca koji je progutan u toku sisanja. @eludac se u toku prve godine razvije do zapremine od 500ml. Morfološki , dvanaestopalačno crevo je usko povezano sa želudcem i u procesu varenja predstavlja mesto gde se sливаву žučni i pankreasni sokovi da bi se omogućilo definitivno pripremanje hrane za proces potpunog varenja. Budući da se i koncentracija žuči i pankreasnog soka nije ustalila , mogući su česti poremećaji u toku varenja koji se najčešće završavaju ili prolivom (dijareja) ili zatvorom (opstipacija) . Naročito su opasni prolivi jer se na taj način veoma brzo može izgubiti veća količina vode iz dečijeg organizma (dehidracija) na šta je odojče veoma osjetljivo.

Normalizovanje procesa varenja završava se izmedju 3-4 godine kada se može preći na ishranu koja je identična ishrani odraslih , naravno bez prisustva jakih začina.

Nekoliko dana po rođenju veoma je česta pojava žutice kod odojčeta. Ovo je znak da se jetra nešto sporije osposobljava za funkcionisanje i uglavnom se veoma brzo povlači bez ikakvih posledica po samo dete. Pri rođenju, jetra je teška oko 150 gr, da bi kod odraslog čoveka dostigla veličinu i od 1500gr. Adaptacioni period digestivnog trakta koji iznosi oko 3-5 prvih godina života je period u kome i ćelije jetre funkcionalno sazrevaju i pripremaju se za sve složeniju metaboličku ulogu u organizmu.

Funkcionisanje digestivnog trakta pri umerenom fizičkom vežbanju (rekreativni nivo treninga ili blag fizički rad kao što su šetnje i jogging) pozitivno deluje na procese lučenja želudačnih, žučnih i pankreasnih sokova i pored uspešnijeg varenja povećava apetit. Ovo je najveći neprijatelj svih "turističkih programa" koji, usput, nude i kure za mršavljenje zasnovane na kombinaciji dijeta i umerenog fizičkog vežbanja. Prevazilaženje ovog stanja je veoma kompleksno i svodi se na dva generalna pristupa;

- prestanak ograničenja ishrane uz uvođenje kontrolisanog programiranog vežbanja gde opadanje telesne mase ide sporim ali poželjnim tempom
- povećanje nivoa fizičkog opterećenja, naravno u kontrolisanim uslovima, kada se efekat umerenog rada na digestivni sistem gubi i shodno tome smanjuje apetit.
- upotreba hormona leptina kao preventive povratka jo-jo sindroma i sprečavanja deponovanja masti

Ovde je opadanje telesne mase ubrzano, ali i opasnosti koje vrebaju povećane (počev od ulaska u uslovno rečeno "rekreativnu pretreniranost", do brzog ponovnog povraćaja kilograma po povratku sa rekreativnog mršavljenja). Naravno, pristup je kompleksan i zahteva reagovanje od slučaja do slučaja, s tim da se u startu, svakom polazniku mora priznati da se problem povećane telesne mase ne može rešiti preko noći sa jednim ili dva higijensko-dijetalna režima već temeljnim, svesnim i voljnim pokušajem da se navike u životu, počev od onih vezanih za ishranu pa do onih povezanih za planiranje slobodnog vremena i fizičkih aktivnosti, promene.

Nasuprot umerenom vežbanju, intenzivan fizički rad kome su izloženi sportisti i to po dva puta na dan, dovodi do suprotnih i krajnje neželjenih pojava-gubitka apetita kao posledica smanjenja protoka krvi kroz želudac u toku samog vežbanja. Ovo je neprijatelj broj jedan sportskih nutricionista, samih sportista i njihovih trenera jer su svi svesni da sa nedovoljnim unošenjem hrane u organizam dolazi do pojave negativnog energetskog bilansa koji je prapočetak mnogih problema vezanih za razna oboljevanja, povređivanja i samu pojavu pretreniranosti. Pri napornom, intenzivnom fizičkom radu, dolazi do preraspodele krvi u organizmu koja je predudslov povećanja protoka krvi kroz tkiva koja neposredno učestvuju u radu a to su mišići i naravno mozak. Zbog ove preraspodele, digestivni organi su u isto vreme pod smanjenim protokom krvi upućeni na smanjivanje svoje delatnosti pa im se, po prestanku rada, mora dati dovoljno vremena da se oporave i započnu normalno lučenje fermenta za varenje. Ovaj period (najčešće od dva sata) treba iskoristiti za rehidraciju sportista (povratak izgubljene tečnosti u toku treninga) za što je najpogodnija OBIČNA VODA. Pred sam obrok se savetuje davanje jedne čaše nekog prirodno zakiseljenog soka (paradajz, narandža, grejpfurt ili limun) radi izazivanja lučenja kiseline u želudcu koja je preduslov pojavi želje za jelom -apetita.

PSIHOMOTORNI RAZVOJ

6.1. MOTORNİ RAZVOJ

Kako psihički razvoj nije predmet našeg proučavanja, moramo se detaljnije pozabaviti problemima motornog razvoja deteta, a naročito, sa načinima pomoću kojih se pojedine komponente motornog razvoja mogu ubrzati, ili, što je daleko pravilniji pristup, načinim apomoću kojih se u današnjem modernom svetu ovaj razvoj može OMOGUĆITI do optimalnih granica. Jer, nažalost, sve većim opterećenjem deteta nastavnim gradivom i fondom neophodnog znanja koje treba da stekne u osnovnom i srednjem školstvu, zanemarujuemo potrebu deteta za igrom kroz koju se razvija i telo i duh. Imamo običaj da kažemo da je znanje "majka života", a zaboravljamo da to isto znanje treba da "zapakujemo u čvrsto pakovanje" koje bi moglo dugo da ga čuva od svih nepogoda koje ga mogu snaći i da i sebi i nama što duže i kvalitetnije služi. To pakovanje je telo, koje mi, razvijajući duh, zanemarujuemo i onemogućavamo da se u potpunosti iskaže. Posle rođenja, dete je refleksno biće, spontanih nesvesnih pokreta koji su pojedinačni i bez kontrole i koordinacije iz viših centara nervnog sistema. Mijelinizacijom piridalnih puteva i razvojem Corpusa striatuma koji povezuje određene delove centralnog nervnog sistema, počinju se pojavljivati pokreti koji nisu ordraz samo refleksnih radnji ubeleženih u genotipsku šifru, kao osnovna matrica za

motoričku nadgradnju, već u sebi sadrže i celishodnost i želju za promenom položaja tela u prostoru. Promenom položaja tela u prostoru, menjaju se i nadražaji koje primaju čula, od najprostijih mehanoreceptora u mišićnim vretenima poprečno-prugastih mišića, do svetlosti i zvuka koji dolaze sa druge strane. Na taj način, nadražuju se recetori u vestibularnom aparatu, u retini oka, u eustahijevoj tubi, u intrafuzalnim vlaknima mišićnog vretena, pa se količina informacija i njihov kvalitet (intenzitet) povećaju, što stimulativno deluje na dalji razvoj i buđenje najviših partija centralnog nervnog sistema - kore velikog mozga.

Tabela 9.

Motorički razvoj u prvoj godini (prema Gajtonu).

Mesec	funkcija
0	Sisa
1	Smeje se
2	Vokalizira
3	Uspostavljena kontrola glave
4	Uspostavljena kontrola ruku
5	Preokreće se u krevetu
6	Sedi kratko vreme
7	Puže
8	Hvata
9	Uspravlja se
10	Hoda uz podršku
11	Stoji samostalno
12-15	Hoda samostalno

Osnovne biomotoričke karakteristike podelili smo na;

1. brzinu
2. koordinaciju
3. izdržljivost
4. snagu
5. fleksibilnost

Ova podela se najčešće pominje u našoj stručnoj literaturi međutim, u poslednje vreme, pojavljuju se i druge podele od kojih bi naveli onu koji je predložio Evropski koncil u sklopu programa EUROFIT. Eurofit predstavlja sistem testova i kriterijuma po kojima se osnovne i kompleksne motoričke sposobnosti srednjoškolaca evropske zajednice MORAJU testirati. Po toj podeli razlikujemo sledeće fizičke karakteristike:

1. agilnost
2. mišićnu silu (statičku i eksplozivnu)
3. Kardio-respiratornu izdržljivost
4. mišićnu izdržljivost
5. telesnu kompoziciju
6. fleksibilnost
7. brzinu
8. koordinaciju-ravnotežu

Pod brojevima 3, 4, 5, 6 nalaze se komponente koje opredeljuju i uticaj fizičkog vežbanja na zdravlje i obratno.

Za početni biološki razvoj svake od ovih motoričkih sposobnosti (od 1 do 7 godine života) naophodna je IGRA pa ćemo sledeće redove posvetiti detaljnijem osvetljavanju ovog fenomena. Dečiju igru možemo podeliti na pet osnovnih oblika:

1. Funkcionalne igre
2. igre maštice
3. recepcijalne igre
4. stvaralačke igre

5. kolektivne igre

U određenim periodima razvoja, određene igre će imati odlučujući značaj za razvoj motorike. Ni jednog momenta nesmemo izgubiti iz vida da je motorni razvoj, iako usko povezan sa razvojem svih funkcionalnih sistema u organizmu i razvojem psihičkog života, velikim delom genetski opredeljen. Takođe, igra razvija i socijalne odnose jer se postepeno, od usamljenog igranja razvija uporedno igranje, da bi se tek punom socijalizacijom razvila kolektivna igra.

U prve dve godine života u igri deteta preovlađuju funkcionalne igre čija je osnovna zasluga dalji razvoj funkcija dečijeg organizma. Tu spada puzanje, sedenje, ustajanje, opipavanje, hvatanje, gužvanje, cepanje, ukratko radnje koje samo u prenosnom smislu možemo nazvati igrom.

Već od treće godine, pojavljuju se igre mašte i recepcijске igre. U igrama mašte dete se uživljava u razne uloge (vozača, milicionera, kuvarice, psa, mace ili popularnih junaka crtanih serija). Kod recepcijskih igara (gledanje TV, pozorište, bioskop, slušanje priča i pesama, gledanje slika) dete je manje angažovano, pa je i njihov doprinos razvoju relativno manji. Zastupljenost ovih igara kod dece zavisi od dečije sklonosti pa se tako kod hiperaktivne dece učešće recepcijskih igara svodi na minimum.

Od pete godine, socijalizacijom ličnosti, pojavljuju se i stvaralačke igre, (Lego kocke, crtanje, pisanje, pravljenje predmeta od raznih materijala), koje razvijaju buduće stvaralaštvo.

Od sedme godine stvaralačke igre dobijaju dublji smisao i u njima se pojavljuje jedan bitan momenat, izgrađeni predmeti treba da "rade"-funkcionisu. U ovom uzrastu pojavljuje se potreba za kompeticijom (takmičenjem), a igre su, gotovo po pravilu, kolektivne. Pojedina deca pokazuju manje sklonosti za ovakav vid igranja i dalje (najčešće deca koja nisu prošla socijalizaciju ličnosti kroz sistem vrtića), ali im to ne smeta u njihovom daljem razvoju. Već tada, određenim sociološkim i psihološkim analizama kognitivnih i konativnih faktora psihološkog statusa deteta, mogu se otkriti eventualne sklonosti prema određenim sportovima ili sportu uopšte. To se uveliko koristi kao obavezna komponenta u selektivnim modelima u razvijenim zemljama, a kod nas u najrazvijenijim sportskim društvima i vrhunskim sportsko-medicinskim ustanovama.

U okviru psihomotornog razvoja dešavaju se i promene psihofizičkih karakteristika: brzine, snage, izdržljivosti, koordinacije i fleksibilnosti.

Naravno, njihov razvoj nije u potpunosti istovremen i koordiniran. Postoje periodi (6-8 godina, pubertet) kada se do tada delimična usklađenost izgubi zbog neravnomernog razvoja neke od psihomotornih karakteristika. Naravno i ovde važe određene zakonitosti za koje smo najviše podataka dobili proučavanjem razvoja jednojajnih blizanaca.

1.1.1. KONTROLA PSIHOMOTORNOG RAZVOJA

U Beogradu, pod okriljem Zavoda za fizičku kulturu i medicinu sporta, postoji i funkcioniše sistem pod nazivom "Stalno praćenje fizičkog razvoja, fizičkih i funkcionalnih sposobnosti dece i omladine Beograda" u okviru koga su, tokom decenija praćenja i analize rezultata, stvoreni KRITERIJUMI za procenu fizičkog razvoja ove populacije. Istraživanje i praćenje fizičkog razvoja može biti dvojako:

- medicinsko
- antropomotoričko

O medicinskoj kontroli razvoja više reči će biti u drugom delu knjige i Praktikumu. Zato bi samo pobrojali metode koje su danas u upotrebi:

1. praćenje razvoja mlečnih zuba i denticije
2. rengen snimanje jezgra okoštavanja u dugim kostima
3. razvoj sekundarnih polnih karakteristika
4. antropometrijska merenja
 - ✓ metoda standarda
 - ✓ metoda indeksa
 - ✓ procena telesne kompozicije i dostignutog ravoja pojedinih komponenti

1. procena stepena razvoja motorike
2. procena stepena razvoja funkcionalnih sposobnosti KVS

Na ovom mestu ćemo se zadržati na antropomotoričkom metodu koji se u praksi sprovodi pomoću baterija testova koji su koncipirani različito za svaki uzrast u zavisnosti koja se fizička svojstva u tom periodu najviše razvijaju. Period predškolskog uzrasta nije obuhvaćen ovim sistemom što je za žaljenje, jer bi se, na taj način, prikupili dragoceni rezultati i omogućio bolji uvid u mnogobrojne procese razvoja koji se

odigravaju upravo u tom periodu. Bez obzira na ove nedostatke, sistem daje izvanredne rezultate i mi ćemo na ovom mestu, samo u kratkim crtama, prikazati najbitnije elemente sistema dok za detaljana obaveštenja upućujemo čitaoca na dopunsku literaturu. Baterija mera i testova za uzrast od 7 do 11 godina, budući da se u tom periodu intenzivno razvijaju motorne zone CNS-a i koordinativne sposobnosti kretanja tela, u celini sastoji se od sledećih elemenata:

1. Telesna visina, (TV)
2. Telesna masa, (TM)
3. Skok u dalj iz mesta, (ekspl. snaga misića nogu)
4. Čunasto trčanje 3 x 10 m, (opšta brzinska sposobnost-agilnost)
5. Bacanje medicinke od 2 kg, (opšta snaga tela)
6. Odbijanje lopte od zida, (opšta koordinacija)

Baterija mera i testova od 12-15 godina (period najintenzivnijeg morfološkog i funkcionalnog razvoja-pubertet) koncipirana je nešto složenije i obuhvata sledeće:

1. TV
2. TM
3. Zgib iz visa mešovitog, (repetitivna snaga ramenog pojasa)
4. Odbijanje lopte od zida, (opšta koordinacija tela)
5. Skok u dalj iz mesta
6. Bacanje medicinke od 4 kg
7. Trčanje na 30 m, (brzina trčanja), sa letećim startom
8. Trčanje na 800 m, (učenici), izdržljivost
9. Trčanje na 500 m, (učenice)

Pri konstrukciji testova za uzrast 16-19 godina, vodilo se računa da fizičke sposobnosti kod muškaraca lagano rastu a pojedine sposobnosti kod učenica značajno opadaju. Tako ova baterija testova sadrži sledeće:

1. TV
2. TM
3. Zgib iz visa mešovitog, (učenice)
4. Zgib iz visa slobodnog, (učenici)
5. odbijanje lopte od zida
6. bacanje medicinke od 6 kg
7. " " " 4 kg, (učenice)
8. Skok u dalj iz mesta
9. Trčanje na 800 metara
10. Trčanje na 500 m, (učenice)

Iako možda nije pravo mesto da u publikaciji ovakvog tipa komentarišemo opšte prihvaćene sisteme, moramo naglasiti naše mišljenje o nedostatcima gore navedenih programa praćenja fizičkog razvoja. Sve je više uočljivo, iz velikog broja publikovanih stručnih radova, da se u bateriji testova, usled uticaja akceleracije na fizički razvoj, a i zbog saznanja da se od fizičkih sposobnosti se izdržljivost veoma rano razvija (već oko pete godine) mogu otkriti izvesne pogrešno koncipirane stvari. Na prvom mestu to su testovi koji bi trebalo da daju odgovor kakav je nivo izdržljivosti kod dece. Za uzrast od 7-11 godina nisu ni predviđeni, a po nama za to nema opravdanja. Današnja deca su sasvim sposobna da u ovom uzrastu trče 800m (devojčice 500), i po vremenima koje bi tad postizali bilo bi jasno da se radi o testiranju aerobnih sposobnosti. S druge strane, testovi za uzrast od 12-15 godina, kad je u pitanju aerobna sposobnost, nisu dovoljno dozirani po obimu i za ovaj uzrast predstavljaju mešoviti, anaerobno - aerobni rad. Naš predlog bi bio da se za ovaj uzrast uvedu testovi čija bi dužina trčanja bila 1200 m (800 m za devojčice), i na taj način obezbedilo testiranje aerobnih sposobnosti. U skladu sa ovim, predlažemo za decu od 16-19 godina produženje dužine trčanja na 1600 m (1200 za devojčice).

Za razliku od nas, EUROFIT koncipira svoj sistem, prikazan na sledećoj tabeli.

DIMENZIJA	FAKTOR	EUROFIT TEST
Kard.resp.izdržljivost	Izdržljivost	Shuttle run
	PWC170	Biciklergometar
Snaga	Statička. snaga	Dinamometrija šake
	Eksplozivna snaga	Skok u dalj
	Snažna izdržljivost	Zgib iz visa
Brzina	Repetitivna snaga	trbušnjaci
	Opšta	10 x 5 čunasto
	Brzina reagovanja	Taping
Fleksibilnost	Fleksibilnost	Flamingo balans

Iz gore navedenog može se zaključiti da oba sistema veoma uspešno prate razvoj fizičkih sposobnosti školske omladine i da se jedino razlikuju u stepenu angažovanja opreme za testiranje i naravno, u nivou edukacije nastavnog osoblja za ovakvu vrstu testiranja. Uočljiv je naglašen "upad" laboratorijskih testova u, do sada, ekskluzivnu oblast terenskih testova, što je rezultat poboljšanja materijalnih uslova i nivoa znanja kadrova za koje je ovaj Sistem predviđen.

RAZVOJ OSNOVNIH MOTRIČKIH SPOSOBNOSTI

1. RAZVOJ BRZINE

Brzina je sposobnost da se motorna radnja izvrši u što kraćem vremenskom intervalu.

U sebi sadrži tri osnovne komponente:

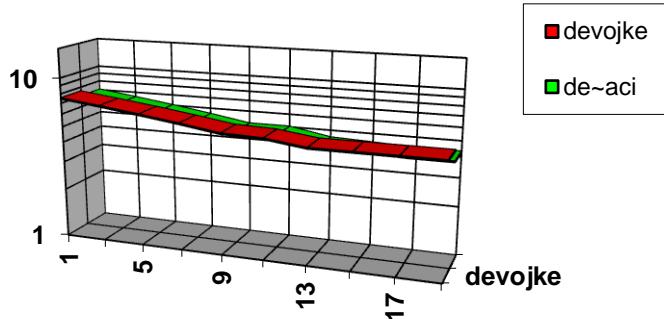
- brzinu reagovanja (reakcione vreme)
- brzinu pojedinačnog pokreta
- frekvenciju pokreta (tempo)

Budući da se u praksi retko sreću odvojene, (iako se kao takve veoma često testiraju), najpogodnije je pod brzinom smatrati BRZINU CELOKUPNIH MOTORNIH RADNJI koja sve ove komponente obuhvata. Neretko, sportski praktičari vole da pojedine komponente fizičkih sposobnosti ujedinjuju u poseban entitet da bi specijalna svojstva potrebna za pojedine sportove mogli da objasne i testiraju. Pa tako, sada se veoma često pominju pojmovi "snažna izdržljivost", "brzinska izdržljivost" itd. Ovde se, po našem mišljenju, radi o manje ili više uspešnim pokušajima da se nedostaci osnovne podele fizičkih sposobnosti nadokanade ponekad i nezgrapnim kombinacijama.

Sve pojedinačne komponente opšte brzine nisu u istoj zavisnosti od nasledja. Tako, brzina neuromišićnog reagovanja zaista u velikom procentu zavisi od nasledja, dok je brzina pojedinačnog pokreta manje a tempo najmanje sa njom u vezi. Stilizovanjem tehnike do savršenstva, ove dve komponente su postale uveliko zavisne od specijalnih treninga i dugotrajnog rada. Nažalost, one se prve i gube nakon duže pauze pa je potreban ponovan početak u radu sa tehničkim finesama radi stvaranja "stereotipa", pokreta koji je kao posledica velikog broja ponavljanja postao sastavni deo automatizma u reagovanju.

Prema istraživanjima različitih autora, razvoj brzine kao fizičke komponente je prisutan od samog početka hoda, mada bi, sam porast, mogao da se u zavisnosti od činioca koji na njega utiču podeli na porast koji prati sazrevanje CNS i porast koji je u vezi sa ostalim spoljašnjim činiocima od kojih je telesno vežbanje na prvom mestu. Period od kada se uspešno može trenirati i poboljšavati brzina počinje od 10-11 godine. Vidi grafikon br. 17

RAZVOJ BRZINE NA 30 m - razvoj rezultata u sec.



Grafikon 17

Najbrži porast brzine se otkriva nakon završenog puberteta kada je CNS potpuno sazreo, pa se i ovaj porast može tumačiti sadejstvom spoljašnjih faktora koji nailaze na potpuno pripremljenu podlogu. Maksimalna brzina registrovana kod sportista između 20-25 god dok kod školske omladine je registrovan pad brzine posle 20 godina.

Podaci na našoj populaciji školske omladine registruju (transverzalan metod) da je najveći porast brzine između 7-10 god sa špicevima u porastu i između 13-15 god. Kod devojčica, već posle 14 godine, nema značajnijeg prirasta brzine. Na ranije navedenim tabelama prikazani su testovi kojim se prati razvoj brzine kod nas i u zemljama evropske zajednice.

U svim selektivnim modelima testiranje brzine neuromišićne reakcije i opšte brzine je nezaobilazna komponenta. Možda nije uputno razdvajati fizičke sposobnosti po njihovom značaju u sportu (sve više do sada zapostavljene komponente izbjijaju u prvi plan kao što je slučaj sa snagom u poslednjih deset godina), ali kada je reč o selekciji, slobodno možemo reći da je brzina osnovna motorička komponenta na osnovu koje treba bazirati početni pristup u selekciji. Ako ostavimo na stranu činjenicu da dolaskom u selektivnu grupu dečak ili devojčica ni izbliza ne mogu da stvore sliku budućeg šampiona u određenom sportu (naročito ako se selekcija vrši u 7-8 godini) ipak je neosporno da se to dete od ostalih mora razlikovati izvanrednim brzinskim sposobnostima koje su preduslov kvaliteta u skoro svakom sportu. Zato su veoma korisne akcije koje sprovode velika sportska društva sa najjednostavnijim naslovom "tražimo najbrže dete", koje su polazna platforma selektivnih modela koji postoje unutar samog sportskog društva.

Po podacima iz M.Stojanovića, brzina muškaraca postepeno opada, tako da je u periodu od 50-55 godina na nivou deteta od 8 godina, dok je kod žena ovaj pad izrazitiji, pa već od 30-34 godine njihova brzina se smanji na nivo sedmogodišnje devojčice. Mnogo je faktora koji opredeljuju ovakvo stanje. Kod muškaraca je to relativna fizička neaktivnost već posle 30-te godine, a naročito posle 40-te, pušenje i povećanje telesne mase, dok kod žena su tu trudnoća i materinstvo koji sa sobom povlače niz morfoloških promena na telu, od promene tenzije pojedinih mišićnih skupina do preraspodele masnog tkiva i povećanja težine. Sa stanovišta zdravlja, brzina nije presudan elemenat i njen opadanje ne znači značajniju promenu onih fizičkih karakteristika koje sa zdravljem imaju mnogo više kontakta, (izdržljivost, fleksibilnost i donekle snaga)

2. RAZVOJ MIŠIJE SILE

SNAGA kao fizička karakteristika čoveka, doživela je u poslednjih 10-15 godina pravu renesansu i zauzela visoko mesto među ostalim karakteristikama, kako u sportu tako i u rekreaciji. Saznanje da pored brzine pokreta i tehnike njegovog izvođenja, u efikasnosti motorike sa ogromnim udedom učestvuje sila angažovanih mišića u pokretu, dovelo je do pravog buma u sportu i pomaka vrhunskih rezultata do neslućenih granica, kako u trkačkim disciplinama (kratke i srednje pruge) tako i u bacačkim i tehničkim disciplinama. Razvile su se mnogobrojne teorije o razvoju mišićne sile, razvoju sile samo pojedinih mišićnih skupina, kontroli mišićnog sastava i analitici odnosa brzih i sporih mišićnih vlakana da je odavno pređen onaj prag koji praksi odvaja od nauke. Treneri su, ponekad čak i nevoljno, duboko zagazili u područje eksperimentalne nauke.

MIŠIĆNU SILU definišemo kao *sposobnost mišića da savladaju spoljašnji otpor ili otpor koji je prouzrokovao sopstvenom težinom pomoću kontrakcije*, dok bi pojam SNAGE u ovu definiciju uneo i pojam rada pa bi tako *snaga mišića bila rad mišića u jedinici vremena protiv sile zemljine gravitacije u savladavanju otpora koji se pruža kontrakciji*. Shodno definiciji, jedinica mere snage je kp/m/sec. pomnožen sa silom gravitacije koja iznosi 9.81 i zove se Njutn.

Vrsta kontrakcije mišića opredeljuje i mišićnu силу, pa tako, možemo u biti izdvojiti dve osnovne mišićne kontrakcije:

1. statičku ili izometrijsku (gde ne dolazi do kvantitativne promene u dužini mišićnog vlakna i pored kontrakcije)
2. dinamičku ili izotoničku, gde je u procesu kontrakcije sastavni elemenat skraćenje mišićnih vlakana što za sobom povlači pomeranje polaznih tačaka pripojia mišića u prostoru. Na taj način, proizvodi se pokret koji od brzine i snage iztoničkog skraćivanja mišića može biti brži ili sporiji.

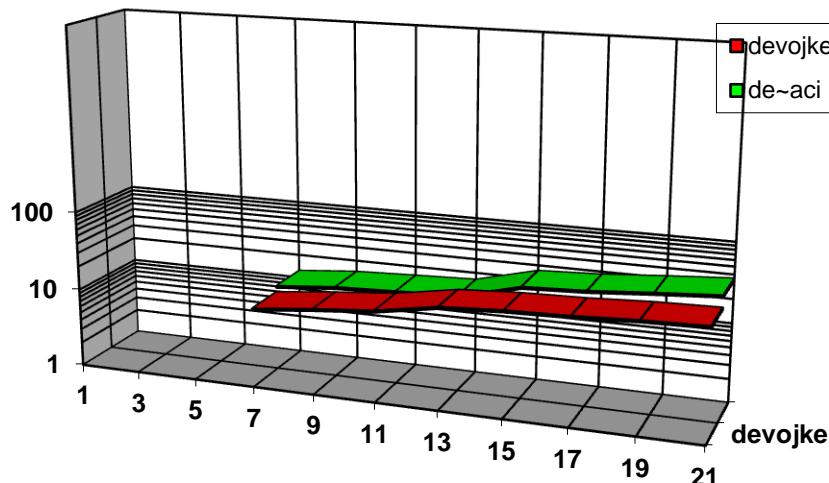
Grupa autora na čelu sa Kostom Momirovićem je faktorskom analizom strukture motoričkih testova jasno izdvojila tri faktora sile:

- **Faktor staticke sile**, Najbolji uvid u ovaj faktor mišićne sile imamo u testovima sa izdržajem na određen otpor (Gulen) i dinamometrijom.
- **Faktor dinamičke - eksplozivne sile** definisan kao sposobnost da se maksimum energije uloži u jedan eksplozivan pokret (testovi sa skokovima i udarcima).
- **Faktor dinamičke-repetitivne sile** definisan kao sposobnost da se vrše ponavljeni pokreti tela većeg intenziteta i forsiranog tempa (najbolji uvid daju zgibovi i sklekovi), i predstavljaju sa funkcionalnog stanovišta svojevrsan spoj prva dva faktora.

Ponegde u literaturi se ovaj treći faktor naziva snažna izdržljivost.

U većem broju radova na omladinskoj populaciji sedamdesetih godina (nažalost u novije vreme su ova istraživanja zbog nedostatka sredstava zapostavljena), zapaža se da se razvoj snage kod dečaka i devojčica podjednako i ravnomerno razvija do puberteta, da bi od tog momenta, muškarci imali izrazit porast snage dok je on kod devojčica umeren. Stoga je sila stiska šake mladića u 18-oj godini veća za oko 20kp, (196 Nt)

RAZVOJ MIŠIĆNE SILE - DINAMOMETRIJA ŠAKE
po Smedleju



Grafikon 18

Po teoriji, mišićna sila se razvija do 30-te godine, mada analiza najboljih rezultata svetskih teškoatletičara pokazuje da su najbolje rezultate postizali tek posle 30-te godine. Ovde se, nažalost, u analizu mora uključiti i ključni momenat razvoja mišićne snage u sportu danas, a to su anabolici i androgeni.

Primer jednog našeg teškoatletičara koji je najbolje rezultate postizao tek posle 40-te godine svedoči u prilog gornje konstatacije.

Snagu možemo, kao i sve ostale merljive fizičke sposobnosti, podeliti na apsolutnu i relativnu (u odnosu na telesnu masu, na mišićnu masu, telesnu površinu itd.). Oduvek su se istraživači trudili da u pojmom apsolutne snage unesu sistem merenja snage pojedinih segmenata tela koji bi po nekoj od matematičkih formula davao stepen snage. Poznati su protokoli po Gulenu, a nama se najpogodnjim učinio protokol po **Morehaus-u**, koji je pod pojmom apsolutne snage smatrao sumu snaga jače šake, opružača nogu i opružača leđa. (Upravo ovaj model snage se izučava na vežbama). Isti autor predlaže i upotrebu "dinamometrijskog indexa" koji je predstavio sledećom formulom:

$$ID = \frac{LG + RG + LS + BS}{TM}$$

gde je: LG= sila leve šake

RG= sila desne šake

LS= sila opružača nogu

BS= sila opružača leđa

Takođe je i **Dragan** predložio sličan index koji je u sebi sadržao sumu sila obe šake, opružača leđa, ali je ovu sumu delio sa bezmasnom komponentom telesnog sastava (LBM).

$$ID = \frac{LG + RG + BS}{LBM}$$

Snaga se može razvijati i pod uticajem androgenih hormona, (testosterona), što je u našim radovima dokazano i bez dopunskog treninga. Ipak, budući da mi fizičku kulturu izučavamo zbog njenog osnovnog pojavnog oblika - fizičkog vežbanja, na ovom mestu moramo istaći njegov izrazit uticaj na razvoj snage.

Ovde postoje stroga pravila, među kojima najbitnije mesto zauzima pravilo da razvoj snage pre završetka puberteta može ići samo u pravcu razvoja eksplozivne snage. Nju treba razvijati do početka puberteta bez dopunskog opterećenja sa tegovima već na osnovu sopstvene težine, a po početku puberteta sa malim težinama, (2-3kg), u manjim serijama sa što bržim ponavljanjem, tako da je statička komponenta zastupljena u najmanjoj mogućoj meri. Ovo pravilo važi samo u slučaju da nam je cilj-pravilno razvijen sportista, preći od cilja-šampion.

Po završetku puberteta može se preći na razvoj statičke mišićne sile iako za ovaj proces pravo vreme je završetak rasta (posle 17 godine kod devojčica a 19-te godine kod dečaka). Pri tome, kod devojaka treba voditi računa o specijalnim anatomskim karakteristikama trbušnih organa i organa urogenitalnog trakta, pa težine koje se upotrebljavaju treba da budu prilagođene individualnim mogućnostima. Kod muškaraca je potrebno pratiti eventualni razvoj deformiteta kičmenog stuba i grudnog koša, što automatski isključuje bilo kakav statički trening snage. Ranijim sistemom praćenja razvoja snage obuhvaćeni su testovi penjanja po konopcu (3m) i Abalakov test (skočnost). Danas su ti testovi zamjenjeni kod nas skokom u dalj i zgibovima na šipci kao i sklekovima, dok Eurofit preporučuje i dalje dinamometriju, pored upora i skoka u dalj. U novije vreme, razvojem i sve većim ulaskom elektronike u sportsku medicinu, testovi opšte motorike su tehnološkim postupcima i spravama dovedeni do savršenstva u merenju, značajno povećana njihova osjetljivost, izvodivost i preciznost. Ovo je rezultovalo povratkom nekih "zaboravljenih" testova poput Abalakova, jer je moguće, zahvaljujući elektronici, pored merenja samog rezultata, postići analizu vremenske strukture mišićne kontrakcije, izvanredno arhiviranje i izvršiti dopunsku, sekundarnu obradu podataka.

Apsolutna mišićna snaga je bitna u bacačkim disciplinama, dizanju tegova, rvanju, dok je relativna snaga bitna u sportskim igrama, vežbama na spravama, plivanju, trčanju i skokovima. Nasledni faktor je najizraženiji kod relativne snage pa u selektivnim modelima treba voditi računa o ovoj činjenici. Iako snaga, kao fizička sposobnost, dobro korelira sa osnovnim antropometrijskim karakteristikama, potrebno je naglasiti da njeno trestiranje u mladim uzrasnim kategorijama ne daje previše značajne podatke za selekciju, iako u odlučujućoj fazi razvoja sportskog rezultata u velikom broju sportskih disciplina, može imati presudan značaj. Razlog leži u tome da je moguće veoma dobro (i bez dopinga), razviti apsolutnu snagu specijalnim sistemima vežbanja i ishrane i na taj način uticati na razvoj rezultata.

3. RAZVOJ IZDRŽLJIVOSTI

Pod izdržljivošću podrazumevamo sposobnost da se što duže vreme vrši određeni rad bez smanjenja njegove efektivnosti. Prevedeno na jezik ergometrije u fizičkoj kulturi, nivo sposobnosti koju nazivamo izdržljivošću KVS-a, možemo meriti nivoom potrošnje kiseonika (VO_2) pri maksimalnom aerobnom radu u jedinici vremena. Sasvim je jasno da je izdržljivost fizička sposobnost koja je veoma opredeljena nasleđem jer u biti ove sposobnosti leže biohemijske karakteristike ćelijskog disanja, tj. sposobnost oksidativnih enzima u mitohondrijama kao i njihov broj i raspoređenost duž kripti mitohondrija, da kvalitetno vrše oksidativne procese i na taj način obezbede energiju za dugotrajan fizički rad. Novija istraživanja upućuju na izrazitu bitnost pola (ženskog) u prenosu genetskih šifara za strukturu mitohondrija (majke nose

genetsku šifru). Naravno da određenog udela u nivou izdržljivosti mogu da imaju i spoljašnji faktori ali svega 20-30%. Smatra se da, ukoliko se testiranjem kod mlađih uzrasta otkriju relativno niski nivoi aerobnih sposobnosti koje se mere nivoom maksimalne potrošnje kiseonika ($VO_2\text{max}$), nastaje dilema na koju se traži brz odgovor. Dilema je sledeća; da li će se to dete morfološki i funkcionalno razviti u osobu kod koje će ostale komponente fizičkih sposobnosti prevagnuti i doneti presudni kvalitet ili već tada, na osnovu prvih rezultata, treba prekinuti sa nepotrebnim ulaganjem sredstava u njegov razvoj. Jer, nedostatak izdržljivosti (kvalitetnih aerobnih sposobnosti dakle), u ovom uzrasnom periodu je ogromni limitirajući momenat u trenažnom procesu bez koga nema rezultata u velikoj većini sportova. Psihička nezrelost detata, čiji je direktni produkt slaba motivisanost usled teškoća pri podnošenju trenažnih opterećenja, postaju razlog odustajanja od treninga. Može se bez preterivanja reći da *izdržljivost prestavlja osnov za nadgradnju kvaliteta u sportu*. U modernoj sportskoj terminologiji sve više su u upotrebi izrazi koji pokazuju sklonost trenera i sportista da formulišu dopunske preciznije termine koje bi mi nazvali vidovi izdržljivosti. Vidovi izdržljivosti mogu biti kombinacije sa ostalim fizičkim sposobnostima pa tako imamo:

- opštu izdržljivost
- brzinsku izdržljivost
- snažnu izdržljivost
- kombinovanu izdržljivost (ponegde se sreće pod nazivom specifična izdržljivost za pojedine motoričke radnje potrebne u nekom određenom sportu - trkači sa preponama, srednjeprugaši, košarkaši, fudbaleri).

Možemo uslovno opštu izdržljivost poistovetiti sa osnovnim vidom izdržljivosti koji je jednak genetskom nivou i na koga veoma malo može uticati trenažni proces. Međutim, u svim ostalim kombinovanim varijantama izdržljivosti, u zavisnosti od komponente koja sačinjava kombinaciju pojavljuje se i stepen upliva treninga na njen razvoj. Naravno, najveći napredak se može postići na snažnoj izdržljivosti, pa potom na brzinskoj izdržljivosti, dok specifični oblici izdržljivosti su u skoro 80% zavisni od trenežnog procesa. Genetsku ovisnost aerobnih sposobnosti ispitivalo je veliki broj autora. Klissouras (1971) je ispitujući grupu jednojajnih blizanaca našao koeficijent herediteta (koeficijent naslednosti) za aerobne sposobnosti merene $VO_2\text{max}$ od 93.8, što je izuzetno visoka genetska zavisnost. Taylor i Rowell (1974) su izmerili da 98,6% mlađih muškaraca ima VO_2 max u intervalu od 31.5 do 58.5 ml/kg/min. Samo 0.13% omladinaca ima VO_2 max > od 61.5 ml/kg/min što bi označavalo genetsku predisponiranost za sportove izdržljivosti. Tako izlazi da samo jedan od 1000 dečaka ima visoke aerobne sposobnosti koje bi mu garantovale uspešno bavljenje sportovima izdržljivosti. Shepard (1980) je testirao verovatnoću pojave izuzetnih rezultata $VO_2\text{max}$ kod muškaraca i ustanovio još lošiju sliku od Taylora. Po njemu, verovatnoća je 1: 2000 da će se pojaviti dečak sa potrošnjom kiseonika $VO_2\text{max}$ = ili > 86ml/kg/min dok bi za još veće vrednosti moglo se reći da su pravi raritet. Za razliku od izdržljivosti, rezultati genetske zavisnosti ostalih motoričkih komponenti još nisu do kraja ispitani, ali svi dosadašnji rezultati pokazuju izuzetnu njihovu genetsku povezanost.

Nivo aerobne radne sposobnosti, možemo meriti u laboratorijskim uslovima ili na terenu. Ako se merenja vrše na terenu onda se rezultat može dobiti na dva načina.

Prvi-DIREKTNI način je da se ispitaniku zada određena brzina (U Eurofitu je terenski test zasnovan na ovom principu), pa se meri vreme koje ispitanik može da provede u ovom funkcionalnom stanju.

Drugi, koji nazivamo INDIREKTNIM načinom, zahteva da se odredi dovoljno duga deonica za koju se zna da zbog potrebnog vremena za rad izaziva aerobne procese stvaranja energije kod ispitanika, pa se meri vreme za koje ispitanik pretrči deonicu. (Ova metoda je zastupljena kod naših terenskih testova za omladinu).

Laboratorijski testovi takođe mogu biti zasnovani na direktnom načinu određivanja nivoa izdržljivosti kardio-respiratornog sistema (namerno izdvajamo ovo kardiorespiratornog jer su u Eurofitu naveli kao zasebnu celinu mišićnu izdržljivost koju naravno, ovim testovima ne možemo izmeriti) i indirektnom. Direktnom metodom se maksimalna potrošnja kiseonika pri maksimalnom radu bilo na tredmilu ili ergobiciklu određuje direktnim merenjem u aparatu sa kojim je pacijent povezan preko creva za disanje, ili pak sakupljanjem vazduha u Douglasove vreće u poslednjem minutu rada iz kojih se izdahnuti vazduh analizira u posebnim gasnim analizatorima. Laboratorijski testovi za direktno određivanje maksimalne

potrošnje kiseonika su uvek maksimalnog intenziteta (tipa Vita maxime) ili su protokoli za testiranje tako prilagođeni potrebama testa da obavezno uvode ispitanika u stanje maksimalnog (specifičnog) rada. Nasuprot direktnoj metodi, u praksi se daleko češće upražnjava indirektna metoda koja se zasniva na jednoj naučnoj cinjenici da puls u toku opterećenja u opsegu između 120-170 u min. izuzetno korelira sa nivoom maksimalne potrošnje kiseonika, pa se na osnovu vrednosti pulsa i opterećenja na kome je puls izmeren iz tablica ili nomograma može izračunati apsolutna vrednost potrošnje kiseonika za testiranu osobu. Deljenjem sa telesnom masom, dobijaju se relativne vrednosti maksimalne potrošnje kiseonika na kilogram telesne mase (maksVO₂/kg. TM).

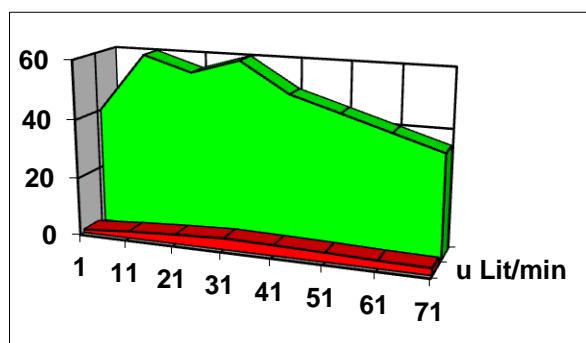
Najpoznatiji i najčešće korišćeni testovi su Astrandov test i PWC170, o kojima će do detalja biti reči u Praktikumu. Eurofit je kao laboratorijsku metodu predvideo PWC170 (kod nas nema alternative za terenske testove) i na taj način postavio veliki domaći zadatak našim visokoškolskim ustanovama, postavljajući pitanje dosadašnje edukacije i namećući potrebe da se kadrovi koji sa ovakvih ustanova izlaze sposobljavaju na mnogo kompleksniji način koji zahteva laboratorijski rad. U poslednje vreme, za naučno-istraživački rad, a sve češće i za visokostručni rad, koncipirani su takozvani situacioni testovi koji takođe mogu da se sprovode u laboratorijama ili na terenu, a sprovode se sa specifičnim ergometrima-spravama koje u dotičnom sportu imitiraju opterećenje. Tako postoje ergometri za plivače, veslače, skijaše i samo određivanje aerobnih sposobnosti se vrši direktnom metodom u specifičnim uslovima koji imitiraju uslove u dotičnom sportu.

Sa terenskim testovima moguće je, u pojedinim sportovima, pomoći veoma složene opreme za daljinsko praćenje kardio-respiratornih parametara, izvršiti tetiranje i u uslovima takmičenja. Naravno, ovakvi testovi su najprecizniji jer se nivo izdržljivosti meri u specifičnim uslovima za dotični sport i onaj, za svako testiranje presudan ograničavajući faktor-MOTIV je prisutan zbog postojanja kompeticije (takmičenja).

Sa opštim rastom i razvojem povećava se i nivo aerobnih sposobnosti (moći) u apsolutnom smislu. Međutim, u pojedinim momentima telesnog razvoja relativna potrošnja kiseonika na TM može ili da zaostaje ili pak što se ponekad desi u sredini puberteta znatno poveća (vidi grafikon 19)

RAZVOJ IZDR@LJIVOSTI

Prema Robinsonu



grafikon 19

Ovo povećanje relativne potrošnje kiseonika u 14-15-oj godini često se koristi naročito u plivanju, pa tako nisu retki svetski i olimpijski šampioni u ovom uzrastu na 1500 m. Najbolje rezultate u sportovima izdržljivosti sportisti postižu u periodu između 25-35 god. Kod normalnih ljudi koji se ne bave treningom, opšti nivo izdržljivosti opada sa starenjem zbog uticaja spoljašnjih faktora (starenje krvnih sudova, pušenja, promene na srčanom mišiću, gojaznosti). Ukoliko je ovo smanjenje prouzrokovano normalnim procesima starenja tkiva, onda je veoma lako pomoći korektivnih faktora (otprilike 10% smanjenja za svakih 10 god. života) korigovati rezultate testiranja pri indirektnim testovima. Međutim, ukoliko je u procesu smanjenja potrošnje kiseonika uključen neki patološki momenat, stvar se dodatno komplikuje i potrebna je kompleksnija analiza rezultata. Na grafikonu br. 19 može se videti biološki razvoj izdržljivosti kroz parametre apsolutne i relativne potrošnje kiseonika.

Za našu školsku omladinu, kako smo videli, izdržljivost se testira indirektnim terenskim testovima trčanja na 500 m za žene i 800 m za muškarce. Testirajući direktnom metodom maksimalnu potrošnju kiseonika švedske dece uzrasta od 4 do 18 godina, Astrand je ustanovio postupno ali blago povećanje apsolutnih vrednosti od 1 l/min kod četvorogodišnjaka, do 3.68 l/min kod osamnajstogodišnjaka. U isto vreme, relativna potrošnja kiseonika merena na kilogram telesne mase je bila konstantna (57 ml/kg/TM) bez obzira na uzrasnu dob. Kod ženskog pola, raspon rezultata je nešto manji (od 0.8 l/min do 2.71 l/min) ali je,

za razliku od dečaka, registrovana značajna redukcija VO₂max od sedme godine kada je vrednost iznosila 55 ml/kg /TM do 47.2 ml u sedamnaestoj godini. U desetoj godini života i dečaci i devojčice imaju podjednake vrednosti potrošnje kiseonika u absolutnim vrednostima, ali s obzirom na TM devojčica koja je u tom periodu veća, relativne vrednosti se znatno razlikuju. Razlike u relativnim vrednostima koje se kreću od 10-15%, ostaju i u zreloj dobi i predstavljaju bitnu funkcionalnu razliku, naročito u sportovima izdržljivosti. Stanovišta oko treninga izdržljivosti (vidi poglavlje kontrole psihomotornog razvoja), su se takođe suštinski izmenila. Ranije se smatralo da u treningu dece treba ići na vežbe koje kratkotrajno angažuju mišićne sisteme a tek u kasnijim godinama (pubertet) ići na vežbe koje svojim obimom ulaze u zonu aerobnog rada. Međutim, istraživanja pokazuju da takav stav nema naučno opravданje. Dosada prihvatani razlozi poput nerazvijenosti oksidativnih enzima u mitohondrijama ili slabosti kardiovaskularnog sistema da vrši aerobni rad zbog slabe rezerve su opovrgnuti istraživanjima koja završetke biološkog sazrevanja oksidativnih enzima smeštaju na kraj 5-te godine života. Na tabeli 12 prikazano je vreme kada je moguće pristupiti treningu kojim razvijamo odeđenu motoričku sposobnost koja potvrđuje gore navedene stavove.

Vrsta motoričke sposobnosti i vreme za početak treninga

- Izdržljivost 4-5 god
- Fleksibilnost 8-10 god
- Brzina 10-11 god
- Snaga 13/14* (13+1+1)
- Anaerobna izdržljivost 12/14 *

*=muškarci

4. RAZVOJ OKRETNOSTI I FLEKSIBILNOSTI

OKRETNOST I SPRETNOST

Sposobnost vršenja složenih motornih radnji za koje je potrebno učešće centara za ravnotežu i visokih centara za koordinaciju pokreta, naziva se okretnost. Ova psihomotorna karakteristika se burno razvija razvojem motorne kore i funkcije malog mozga i do puberteta je ovaj razvoj uskladen sa rastom i razvojem ostalih motornih segmenata. Međutim, veoma često se u pubertetu, zbog pojačanog tempa razvoja, pojave određene disharmonije pa tako i na polju okretnosti, do tada spretno i brzo dete postane tromo i trapavo. Ovo stanje bi trebalo da se povuče posle završetka puberteta, iako u jednom manjem procentu, može da ostane kao posledica neuskljađenog razvoja i do kraja života.

Retko se u okviru okretnosti vrše podele. Nama se čini da bi i ovde postojala potreba da se ova fizička sposobnost podeli na:

- **opštu** (svojstvenu svakom)
- **specifičnu okretnost** (okretnost za pojedine vrste motornih radnji koje su skopčane sa komplikovanim i dugotrajnim učenjem kao što su to okretnost u pojedinim sporstkim igrama i okretnost u gimnastici). Ovaj tip okretnosti se RAZVIJA i vrlo brzo gubi nakon prestanka rada na njoj. Naravno, da specifičnu okretnost ne možemo razviti nikakvim vežbanjem kod onih kod kojih je ta okretnost nisko genetski determinisana.

Za razliku od specifične okretnosti, opšta okretnost bi bila genetska osobina pod snažnim uticajem spoljašnje sredine i predstavlja bi okretnost u normalnim uobičajenim radnjama koje su prisutne u motorici svakog čoveka. Ravnoteža, kao deo motričke aktivnosti potrebna za okretnost (drugi deo je koordinacija) je najzahvalnija za testiranje i konstruisan je veliki broj testova. Najpoznatiji (prihvaćen od Eurofita) je Flamingo balans test za koji možemo tvrditi da predstavlja test opšte okretnosti. Za opštu okretnost možemo reći da je mera razvoja-mera sazrevanja CNS i genetski je u najvećoj meri determinisana. Sa druge strane, specifična okretnost, pored jednog dela nasleđa, u najvećoj meri je okrenuta ka VE@BANJU i vrlo brzo se, po prestanku vežbanja, gubi. Testiranje specifične okretnosti je kompleksno i sprovodi se pomoću takozvanih "situacionih" testova. Njima se sportisti testiraju u stvarnim situacijama gde nivo specifične okretnosti znači efikasnost u radnji (šut u košarci, dribling u nogometu udarac ili zahvat u borilačkim sportovima, specifična vežba na spravi). Kod testova koji se sprovode kod nas na školskoj omladini, opštu okretnost testiramo testom odbijanja lopte od zida u zadatom vremenu. Ovim testom je više

obuhvaćena koordinacija pokreta,a pošto se radi o prostoj motoričkoj radnji koja ne iziskuje dugotrajno učenje, možemo kazati da se testira opšta okretnost.

Okretnost je fizička sposobnost gde žene pokazuju više i bolje rezultate pa su, upravo zbog ove činjenice i izmišljene gimnastičke discipline u kojim velika dostignuća mogu postići samo žene (vežbanje na gredi). Okretnost se može zadržati na relativno visokom nivou (naravno uz vežbanje) veoma dugo i ne postoje pouzdani podaci koji bi decidirano odgovorili kada se ona smanjuje ili gubi. Najverovatnije da se ovaj proces dešava od onog momenta kada prestaje vežbanje (moramo se uvek setiti da u biti vežbanja je UČENJE CNS DA VRŠI SPECIFIČNU RADNJU). Opšta okretnost je prisutna kod fizički aktivnih osoba do kasne starosti dok se, delom i zbog gubitka ostalih komponenti fizičkih sposobnosti, specifična okretnost gubi nešto ranije. Smatra se da se sa vežbama okretnosti može započeti u bilo kom periodu razvoja.

FLEKSIBILNOST

Sa razvojem sportske i ritmičke gimnastike i ova komponenta fizičkih sposobnosti je zauzela svoje pravo mesto. Međutim, sportski lekari su odavno shvatili značaj fleksibilnosti (ponegdje se sreće izraz gipkost), posmatrajući incidenciju (učestalost pojave) povredivanja sportista i korelaciju sa testovima fleksibilnosti. Naime, postoji veoma visoka korelacija između gipkosti i povreda mišića. Razlog je, nažalost, veoma često banalan. U želji da što više vremena treninga posvete specifičnom trenažnom opterećenju, treneri na uštrb zagrevanja i izometrijskih vežbi istezanja, vrlo brzo prelaze na osnovni deo treninga gde nepripremljeni mišići često stradaju. Dokazano je da, ukoliko se zagrevanjem temperatura mišića ne podigne na nivo od 38 - 39 stepeni Celzijusa (kada su svi enzimski sistemi u ćelijama u optimalnim uslovima za rad), a postave zahtevi mišiću za maksimalnom kontrakcijom, veoma lako dolazi do "biohemiskog ataka" sopstvenih enzimskih sistema na okolno tkivo i pojavljivanja povrede. Kada do povrede dođe, svi će se pitati kako je moguće da se pojavila kada je **na taj način** sportista trenirao mesecima. Upravo zbog tog načina, koji je prenebregavao osnovne postulate metode treninga, došlo je do povrede.

Dokazano je da povećanje temperature mišića za 2 stepena dovodi do povećanja snage kontrakcije za 12%, a relaksacije za 22%. U normalnom životu ovo je beznačajna promena, međutim, u vrhunskom sportu ovo može značiti medalju.

Fleksibilnost se može meriti različitim testovima. Kod nas je u upotrebi test sa dubokim pretklonom iz stojećeg stava sa klupice visine 40 cm, na kojoj je sa prednje strane pričvršćena merna lestvica. Nulti podeok se nalazi na početku stajne površine pa se merenjem,kod dobro razgibanih sportista dobijaju negativne vrednosti. Najveći do sada izmeren duboki pretklon je kod jedne naše vrhunske ritmičke gimnastičarke i iznosio je - 34 cm.

I fleksibilnost je psihomotorna karakteristika koja je bolje razvijena kod žena. Dete se rađa sa povećanim tonusom kompletne muskulature. Ovaj tonus se postepeno smanjuje sa sazrevanjem i mijelinizacijom nervnih puteva piramidalnog nervnog sistema i već krajem treće godine tonus muskulature je u normalnim granicama. Fleksibilnost se može povećati vežbanjem i potrebno je na njoj stalno raditi. Sa starenjem se deo fleksibilnosti gubi ukoliko se ne vežba. Nisu retki slučajevi da starije osobe imaju bolju fleksibilnost od mlađih ukoliko su sistematski upražnjavali gimnastiku i vežbe istezanja. Određene sportske aktivnosti, poput skokova u košarci i odbojci, klizećih startova u fudbalu, podstiču "skraćenje" određenih mišićnih grupa što dovodi do pojave bolnih spazama opterećenih mišića (lumbalgija kao najtipičniji predstavnik). Zato je veoma bitno da treneri znaju za ovu "sklonost" tipičnih sportskih opterećenja na mišićne sisteme svoga sportista i pravovremeno spreče njihovu pojavu. Ovo je relativno lako ukoliko se u toku zagrevanja sprovodi blok vežbi istezanja koji će tretirati najugroženiju muskulaturu u svakom sportu posebno.

Na principu vežbi istezanja koncipirane su i pojedine terapeutske vežbe koje služe za smanjenje bolova u veoma bolnim sindromima kao sto su lumbalgije i lumboishialgije. Ovaj sistem vežbi nazvan po autoru **Reganove vežbe** i danas je sastavni deo terapije "bola u krstima" i velikog broja degenerativnih oboljenja lociranih na koštano zglobnom sistemu.

Jedan deo autora pod fleksibilnošću smatra stepen pokretljivosti zglobova ne vezujući se isključivo za mišićni tonus. Sa tog stanovišta, najbolji period za početak treninga ove antropomotoričke osobine bi bio od 8-10 godine (Medved). Međutim, fleksibilnost je daleko kompleksniji problem i zaslžuje mnogo više istraživačkog napora nego što je to do danas učinjeno i daleko od toga da je o ovoj pojavi izrečen definitivan sud.

