

*Igor Tocigl
Zlatko Verunica*

Originalni znanstveni rad

RAZLIKE IZMEĐU ČETRNAESTOGODIŠNJIH I ŠESNAESTOGODIŠNJIH KOŠARKAŠA U MJERENJIMA PLUĆNE VENTILACIJE I ACIDOBAZNOG STANJA

1. PROBLEM

Nije uobičajeno da se u kineziološkim istraživanjima koriste neki specifični postupci kliničke medicine, kao što su istraživanja plućnih funkcija uz određivanje krivulje protok obujma pluća te acidobazni status. Takvim načinima istraživanja mogu se definirati adaptacijske sposobnosti i stupanj kardiopulmonalnih sposobnosti mladih športaša, što je meritorni i krucijalni problem kod selekcioniranja vrhunskih športaša.

Brzina difuzije izmjene plinova na alveolarno-kapilarnoj membrani relevantni je pokazatelj stvarnih funkcionalnih mogućnosti športaša.

Ispitivanje respiracijskih vrijednosti i statusa acidobazne ravnoteže u mirovanju i nakon opterećenja športaša tj. nakon homeostaze, štiti organizam od naglih promjena acidobazne ravnoteže svojim puferskim, respiracijskim i bubrežnim sustavom.

Cilj istraživanja je da se, na osnovi razlika rezultata mjerenja u mirovanju i nakon opterećenja, utvrdi acidobazni status i plućna ventilacija kod mladih košarkaša kako bi se posredstvom treninga rezultati mogli koristiti za podizanje njihovih funkcionalnih sposobnosti.

Dobrom selekcijom moguće je iz populacije izdvojiti one za koje se opravdano i na osnovi mjerenja očekuje da se mogu adaptirati na određene napore. Što je sposobnost adaptacije na promjene veća, to je funkcionalna sposobnost bolja. Funkcionalna sposobnost zavisi od urođenih i stečenih sposobnosti za prilagođavanje.

Priprema košarkaša pokazuje da se kod pojedinaca, pa i onda kada maksimalno treniraju, na najsuvremeniji način nailazi na nepremostive barijere u daljnjem napredovanju zbog ograničavajućih faktora koji mogu biti genetski ili zbog fenotipske iscrpljenosti.

Međutim, kako je fenotip izraz genotipa tj. genetskog naslijeđa koje organizam nosi pri tomu treba imati na umu da na fenotip također utječe okolina. Fenotip su sve osobine nekog organizma tj. sva njegova fiziološka i morfološka svojstva (visoki ili niski krvni tlak) koja mogu biti genetski predodređeni ali je to odraz fenotipa koji zavisi od okoline u kojoj čovjek živi, načinu prehrane, utjecaju raznih stresnih situacija i drugih čimbenika koji mogu izazvati razne probleme kao npr. visoki krvni tlak.

Bolji primjer možemo naći u školstvu. Neki nastavnik ili učenik u TZK može imati relevantne genetske potencijale i predispozicije za nastavno zvanje, odnosno kod učenika, za postizanje vrhunskih rezultata ali fenotipski ne mogu doći do izražaja jer škola u kojoj borave nema dobrih uvjeta, nema športske dvorane niti je dobro opremljena. Na taj način sav njihov genetski i fenotipski potencijal ne može doći do izražaja jer se ne mogu ostvariti sve njihove predispozicije pa tada kažemo da je došlo do fenotipske zasićenosti, odnosno iscrpljenosti.

2. METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika

Uzet je hotimični uzorak od 62 mlada košarkaša koji tvore selekcionirani uzorak četrnaestogodišnjaka i šesnaestogodišnjaka, muškoga spola. Ispitanici su bili podvrgnuti svakodnevnom organiziranom treningu u svojim klubovima. Svi ispitanici su prošli redovni športski liječnički pregled prema kojemu su bili zdravi za bavljenje športom.

Uzorak mjernih instrumenata

Respiratorne vrijednosti ispitivane su na aparatu “M a s t e r l a b” priključen na CAP software (Computer Aided Pulmonary Diagnostics) za ispitivanje plućnih funkcija: spirometrije i krivulje protok obujma. U programu su određeni prema CECA i ATS standardima svi tehnički čimbenici, matematički algoritmi i referentne vrijednosti.

Računalo automatski određuje sljedeće funkcije: *FVC* = forsirani vitalni kapacitet; *VCin* = inspiracijski kapacitet; *FEV 0,50* = forsirani ekspiracijski obujam 0,5; *FEV 1* = nakomn 1 sek.; *MEF 75* = srednji ekspiracijski protok pri 75% max VC; *MEF 50* = pri 50% max. VC.; *MEF 25* = pri 25% max. VC.; *PEF* = maksimalni ekspiracijski protok (“peak low”); *FEV 1%* = FEV 1 od VCin (“Tiffeneau” indeks).

Utvrđivanje acidobaznog stanja krvi plinskom analizom:

Hb = hemoglobin; *pH* = koncentracija vodikovih iona; *PCO2* = parcijalni tlak ugljičnog dioksida; *PO2* = parcijalni tlak kisika; *HCO3* = bikarbonatni ion; *TCO2* = totalni ugljični dioksid; *BE* = bazni višak – eksces baze; *SBE* = standardni bazni višak; *SAT* = saturacija kisikom – stupanj zasićenja hemoglobina kisikom; *SBC* = standardni bikarbonat.

Provedeno je testiranje vježbom tzv. “samoubojstvo” na košarkaškom igralištu i test u laboratoriju na bicikl ergometru. Vježba koja nosi naziv “samoubojstvo” je poznata u košarkaškoj nomenklaturi pod internacionalnim nazivom “suicid”, a izvodi

se na košarkaškom igralištu. Igrači su poredani u vrsti na čeonj crti košarkaškog igrališta i trče bez odmora maksimalnom brzinom do crte slobodnog bacanja i natrag i to do centralne crte igrališta i natrag do čeone crte igrališta, a jednako tako na drugoj polovici igrališta. Nakon trčanja smo izmjerili frekvenciju srca.

Bicikl ergometar naprava u vidu fiksnog bicikla, na kojemu se može prilagođavati opterećenje. Testirali smo igrače kako bi procijenili intenzitet mišićnog rada pri srčanoj frekvenciji od 170 u minuti (test PWC 170) u kojemu smo prema skraćenoj verziji pri opterećenju od 400 w u petoj minuti izmjerili frekvenciju srca.

3. METODE OBRADJE PODATAKA

Rezultati su izraženi u srednjim vrijednostima pomoću osnovnih statističkih parametara s pouzdanosti od .05 (.95%) vrijednosti aritmetičke sredine.

Kako bi utvrdili koje su varijable najviše pridonijele razlikama dobivenih skupina koristili smo DISKRIMINATIVNU MULTIVARIJANTNU ANALIZU.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Velike promjene u kemizmu krvi za vrijeme rada govore o tome da je centralni živčani sustav treniranog organizma otporan na učinke naglih promjena organizma. Organizam visoko treniranog športaša posjeduje povećanu otpornost na djelovanje faktora umora. Drugim riječima posjeduje veću izdržljivost pa omogućava veću trenažnu sposobnost u uvjetima u kojima je netrenirani organizam prinuđen da prekine rad.

U daljnjem postupku imamo rezultate dobivene osnovnim statističkim parametrima i T-testom koji su prikazani tabelama:

Plućna ventilacija u mirovanju i nakon opterećenja Uz T-test

Varijable	X	S Stand pogr.	SD	T value	p
VCin Miro.	4.77	0.120	0.931	52.01	.1023
FVC Miro.	5.03	0.126	1.003	48.90	.3225
FEV1 Miro.	4.61	0.111	0.878	53.90	.0507
FEV1%VC M.	96.71	1.091	8.528	-76.93	.0000*
PEF Miro.	9.86	0.252	2.007	16.09	.0000*
MEF50 Miro.	6.28	0.174	1.338	36.20	.1272
MEF25 Miro.	3.75	0.136	1.083	53.89	.6856
FET Miro.	1.58	0.051	0.405	83.83	.0000*
MEFVC Miro.	126.38	2.971	23.589	-37.40	.0000*

16. LJETNA ŠKOLA KINEZILOGA REPUBLIKE HRVATSKE

VCin Opter.	4.75	0.134	1.058	48.95	.5862
FVC Opter.	5.03	0.126	1.003	45.81	.7951
FEV1 Opter..	4.70	0.120	0.019	53.22	.0656
FEV1%VC O.	97.84	1.328	9.042	67.38	.0000*
PEF Opter.	11.31	1.193	9.472	11.94	.0000*
MEF50 Opte.	6.48	0.169	1.339	4.32	.0000*
MEF25 Opte.	3.83	0.126	1.003	56.32	.1915
FET Opte.	1.4	0.045	0.359	85.46	.0000*
MEFVC Opte.	132.39	9.100	3.280	-37.24	.0000*

Acidobazno stanje u mirovanju i nakon opterećenja uz T-test

Varijable	X	S Stan. pog.	SD	T Value	p
Hb Miro.	16.59	0.223	1.777	-9.03	.0015
pH Miro.	7.35	2.219	0.017	71.39	0.0000*
PCO2 Miro.	5.34	0.025	0.283	85.56	0.0000*
PO2 Miro.	9.48	0.089	0.707	39.26	.1541
HCO3 Miro.	21.67	0.146	1.162	-37.23	.0146
TCO3 Miro.	22.85	0.152	1.213	-41.50	.0023
BE Miro.	-3.42	0.147	1.174	40.30	0.0000*
SB Miro.	-3.28	0.140	1.107	99.59	.0106
SAT Miro.	91.76	0.203	1.613	-39.59	0.0000*
SBC Miro.	21.36	0.116	0.924	-38.19	.1488

Hb Opter.	16.54	0.344	2.693	-10.08	0.0001*
pH Opter.	7.26	4.492	0.025	72.19	0.0000*
PCO2 Opter.	5.16	0.062	0.495	78.24	0.0002*
PO2 Opter.	11.16	0.153	1.219	20.74	.0075
HCO3 Opter.	17.00	0.233	1.852	-7.87	0.0000*
TCO3 Opter.	18.13	0.242	1.924	-11.68	0.0000*
BE Opter.	-9.54	0.270	2.144	85.79	0.0000*
SB Opter.	-8.62	0.309	2.457	84.66	0.0000*
SAT Opter.	92.76	0.224	1.785	-284.15	0.0000*
SBC Opter.	16.78	0.215	1.708	-8.65	0.0000*

Iz tablice je vidljivo da su varijable koje mjere plućnu ventilaciju, a jednako tako acidobazno stanje neznatno promijenjeni nakon opterećenja što je pokazatelj dobre treniranosti mladih košarkaša, odnosno dobre adaptabilnosti organizma na napore. Dobro trenirani košarkaš, nakon jakog intenziteta rada, upada u patološko stanje, pri čemu može ući u veliku hipoksiju ili acidozu gdje se pH krvi nalazi daleko od normale koja iznosi 7,4. Takva abnormalna stanja bi ne-športaše dovela do patološkog stanja iz kojeg se ne bi mogli izvući bez medikamentalne terapije. Organizam dobro treniranog športaša posjeduje mogućnost brze adaptacije na način da u kratko vrijeme dovodi organizam izvan patoloških sfera. Slično je s parcijalnim tlakom kisika (PaO_2), laktatima, krvožilnim sustavom kardio-respiratornim sustavom, bubrežnim sustavom itd. Upravo rezultati mjerenja plućne ventilacije i acidobaznog stanja govore u prilog ove naše diskusije, jer smo svjedoci dobre adaptabilnosti organizma mladih košarkaša. Kako nam je bio cilj ovog istraživanja da ustanovimo razlike kod 14-to godišnjaka i 16-to godišnjaka, poslužili smo se diskriminativnom multivarijantnom analizom koja nam je dala rezultate koje smo interpretirali i dokazali da su šesnaestogodišnjaci bolji u nekim varijablama plućne ventilacije i acidobaznog statusa iz razloga jer za bolju plućnu ventilaciju zaslužan je bolje razvijen cijeli organizam, a posebno mišićna masa grudnog koša. Zato plućna ventilacija igra značajnu ulogu u određivanju acidobaznog statusa.

Kako bi utvrdili koje su varijable najviše pridonijele razlikama dobnih skupina koristili smo **diskriminativnu multivarijantnu analizu**.

PLUĆNA VENTILACIJA U MIROVANJU I NAKON OPTEREĆENJA

Diskriminativna funkcija u mirovanju 14 i 16 godina

VCIN - Opte	0,84086
FVC - Opte	0,75687
FEV1 - Opte	0,65828
FEV1%VC - Opt	-0,31613
PEF - Opte	0,45989
MEF50 - Opte	0,28306
MEF25 - Opte	0,18891
FET - Opte	0,36022
MEF50% - Opte	-0,3137
c : 14	-0,59241
c : 16	1,18482
Canonical R	0,65020
P - level	0,00666

Diskriminativna funkcija nakon opterećenje 14 i 16 godina

VCIN - Opte	0,84086
FVC - Opte	0,75687
FEV1 - Opte	0,65828
FEV1%VC - Opt	-0,31613
PEF - Opte	0,45989
MEF50 - Opte	0,28306
MEF25 - Opte	0,18891
FET - Opte	0,36022
MEF50% - Opte	-0,3137
c : 14	-0,59241
c : 16	1,18482
Canonical R	0,65020
P - level	0,00666

ACIDOBAZNI STATUS U MIROVANJU I NAKON OPTEREĆENJA

Diskriminativna funkcija u mirovanju 14 i 16 godina

Hb – Miro	-0,34452
pH - Miro	-0,16399
PCO ₂ – Miro	-0,18130
PO ₂ - Miro	0,49349
HCO ₃ - Miro	-0,33866
TCO ₂ - Miro	-0,27656
BE – Miro	0,10656
SBE – Miro	-0,30437
SAT – Miro	0,22470
SBC – Miro	-0,12650
c:14	0,78344
c:15	-0,90088
Ca _h nicl R	0,65220
p – level	0,02980

Diskriminativna funkcija nakon opterećenje 14 i 16 godina

Hb – Opte	-0,33362
pH – Oprte	-0,04287
PCO ₂ – Opte	-0,16527
PO ₂ – Opte	-0,01260
HCO ₃ – Opte	-0,25542
TCO ₂ – Opte	-0,25133
BE – Opte	-0,19363
SBE – Opte	-0,20486
SAT – Opte	0,09122
SBC – Opte	-0,17024
c:14	0,8333094
c:15	-1,0084910
Canonicl R	0,68461
p – level	0,01445

Utvrđivanje parcijalnih tlakova respiratornih plinova i acidobaznog stanja krvi u mirovanju i nakon opterećenja, značajni su pokazatelji preostale radne sposobnosti ispitanika. Potrebno je utvrditi u kojoj mjeri parcijalni tlak kisika i ugljičnog dioksida mijenja plućnu ventilaciju kod mladih košarkaša, nakon opterećenja i kolika je njihova adaptabilnost na zakiseljenost organizma posredstvom intenzivnog treninga.

Diskriminativne funkcije u plućnoj ventilaciji između četrnaestogodišnjaka i šesnaestogodišnjaka u mirovanju definiraju bitno bolji rezultati 16-to godišnjaka na varijablama **VCin**, **FVC** i donekle **PEF**. Nakon opterećenja bitno bolje rezultate imaju šesnaestogodišnjaci na parametrima **VCin**, **FVC**, **PEF** i **FEV1**.

Razlike između četrnaestogodišnjaka i šesnaestogodišnjaka nakon opterećenja je posljedica dužeg razdoblja treninga šesnaestogodišnjaka koji je znatno utjecao na kvantitativne promjene spomenutih varijabli.

Parcijalni tlak kisika je ovisan o dobnj starosti ispitanika, a vezan je i s obujmom disanja, jer ako netko nema dovoljno kisika u organizmu imat će jače udahe.

Iz tablice je vidljivo da su u mirovanju kod četrnaestogodišnjaka srednje vrijednosti **pH** 7,349, a kod šesnaestogodišnjaka 7,354. Nakon opterećenja kod četrnaestogodišnjaka iznose 7,255, a kod šesnaestogodišnjaka 7,275. Uočljivo je da je kod četrnaestogodišnjaka pH krvi manji jer je različiti dišni obujam nego što je to slučaj kod šesnaestogodišnjaka.

Jasno je da šesnaestogodišnjaci kod plućne ventilacije imaju bolje rezultate jer imaju bolje razvijen cijeli organizam, a posebno miškulaturu grudnog koša.

Ovim istraživanjem ustanovili smo da možemo doći do relevantnih podataka o tome kako i koliko je efikasno treniran košarkaš kao i kolike su njegove mogućnosti da može podnijeti zakiseljenost organizma; kakva mu je plućna ventilacija i ima li problema u protoku zraka kroz male dišne putove. Temeljem dobivenih rezultata možemo razraditi individualnu i kolektivnu strategiju budućih efikasnijih treninga.

5. LITERATURA

1. Pokrajac N., F. Pavičić: Jesmo li kiseli (skripta). Zagreb: Medicinski fakultet, 1991.
2. Smodlaka V. Bicikl-ergometar ili na tredmilu u procesu testiranja i treninga. Ljubljana: Športnomedicinske objave, 1982.
3. Tocigl I.. Funkcionalna dijagnostika kardiopulmonalnog sustava u školskom i natjecateljskom športu na primjeru košarkaša. Zbornik radova (Konferencija o športu Alpe-Jadran), Rovinj 1993. str. 200-203.
4. Tocigl I., J. Tocilj, B. Bota. Primjena difuzijskog kapaciteta pluća u kardiopulmonalnoj dijagnostici kod mladih košarkaša. (Konferencija o športu Alpe-Jadran), Rovinj, 1993. str. 401-40.
5. Wilmore, J.H i D.L.Costill: Physiology of sport and exercise. Human Kinetics Champaign (USA 1994.).