

УДК 612.821.3

Ուսանողների սիրտ-անոթային համակարգի ակտիվության և ֆիզիկական աշխատունակության հարաբերական կապերը

Ս.Մ. Մինասյան, Է.Ս. Գևորգյան

*Երևանի պետական համալսարան, կենսաբանության ֆակուլտետ
Տ.Մուշեղյանի անվ. մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիայի ամբիոն
0025, Երևան, Ալեք Մանուկյան փ., 1*

Բանալի բառեր. սրտի ռիթմ, էլեկտրասրտագիր, վելոերգոմետր, լար-
վածության ցուցիչ, սպեկտրային ցուցանիշներ

Բարձրագույն կրթության զարգացման ժամանակակից փուլի
առանձնահատկությունը նրա խորը տարբերակումն է մասնագիտա-
կան տարբեր ուղղվածությունների ներդրումը, ինովացիոն տեխնոլո-
գիաների կիրառումը, ինչի արդյունքում աստիճանաբար ավելանում
են գիտելիքի ծավալի և որակի նկատմամբ պահանջները:

Ինովացիոն ուսումնական ծանրաբեռնվածությունները, հոգե-
հուզական և ինտելեկտուալ լարվածության բարձր մակարդակը, և,
ամենակարևորը, շարժողական ռեժիմի խանգարումը բացասաբար են
անդրադառնում սովորողների օրգանիզմի գործառական և հարմարո-
ղական հնարավորությունների վրա [1,2,6]: Բոլոր սովորողները, հատ-
կապես ուսանողները, ներկայումս բնութագրվում են անընդհատ աճող
թերշարժունությամբ: Վիճակագրական տվյալների համաձայն բուհ ըն-
դունվելուց հետո դիտվում է սովորողների շարժողական ակտիվու-
թյան արտահայտված անկում: Օրվա տևողության 80-85%-ը ուսանող-
ներն անցկացնում են լսարաններում, գրադարաններում, համակար-
գիչների դիմաց նստած դիրքում: Երկարատև ստատիկական վիճակը
հանգեցնում է վեգետատիվ գործառույթները կարգավորող մեխանիզմ-
ների համաձայնեցված գործունեության խզման, օրգանների արյան
մատակարարման վատացման, թթվածնաքաղցի, աշխատունակու-
թյան անկման, հասակաքաշային փոխհարաբերության խանգարման և
հոգնածության ձևավորման [2-4, 9]:

Ուստի աստիճանաբար լայն տարածում է ստանում օրգանիզմի՝
տարբեր բնույթի ֆունկցիոնալ գործոններին արագ և արդյունավետ

արձագանքելու զարգացմանն ուղղված միջոցառումների կիրառումը: Վերջին տասնամյակում օրգանիզմի գործառական վիճակի բարելավման նպատակով օգտագործվող ավանդական միջոցների շարքում առանձնանում են բուսական հավելումների և դեղասնկերի կիրառումը, երաժշտական, արոմա-, գունա- թերապիաները, ինչպես նաև ֆիզիկական կուլտուրան և սպորտը [10,11]: Ֆիզիկական կուլտուրան և սպորտը «շարժողական քաղցի» վերացման ամենաարդյունավետ միջոցներից են:

Ռացիոնալ ֆիզիկական ակտիվությունը և վարժությունները ոչ միայն ակտիվ հանգստի միջոց են հանդիսանում, այլև ամրապնդում են առողջությունը, մեծացնում օրգանիզմի գործառական և հարմարողական հնարավորությունները [6,7,10]:

Հայտնի է, որ անբարենպաստ գործոնների նկատմամբ առավել զգայուն է սիրտ-անոթային համակարգը, որին պատկանում է օրգանիզմի հարմարողական-փոխհատուցողական ռեակցիաների ապահովման դերը: Բացի դրանից սիրտ-անոթային համակարգը իր բազմամակարդակային կարգավորմամբ իրենից ներկայացնում է գործառական համակարգ, որտեղ որպես գործունեության վերջնական արդյունք հանդես է գալիս ամբողջական օրգանիզմի գործունեության անհրաժեշտ մակարդակի ապահովումը [10]:

Ներկայացվող հետազոտության նպատակն է եղել ուսումնասիրել ուսանողների սրտի ռիթմի ինտեգրալային ու սպեկտրային ցուցանիշների ներգրավման և հարմարման հնարավորությունները վեյո-երգոմետրով ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության պայմաններում: Վերջինս հնարավորություն է տալիս ըստ սպեկտրային հզորության ցուցանիշների գնահատել ծանրաբեռնվածության գործառական զինը և դատել, թե որքանով է տվյալ ծանրաբեռնվածությունը համապատասխանում հետազոտվողի ներկա գործառական վիճակին:

Նյութը և մեթոդները

Հետազոտվել են ԵՊՀ կենսաբանության ֆակուլտետի III-V կուրսերում սովորող 19-22 տարեկան 40 ուսանողներ: Բոլոր հետազոտությունները կատարվել են եռակի՝ մինչև ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունը (ֆիզիոլոգիական նորմա), «Proteus Pec 3320» մակնիշի վեյո-երգոմետրով 15 րոպե տևողությամբ ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունից անմիջապես հետո, ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության դադարից 15 րոպե հետո (վերականգնողական շրջան): Էլեկտրասրտագրի (ԷՍԳ) գրանցումն ու վերլուծությունն իրականացվել է վարիացիոն պուլսաչափման մեթոդով հատուկ մշակված սարքավորումաձրագրա-

յին համալիրով: Վերջինս ներառում է «Bio-Arm 001» մակնիշի փոխադրական էլեկտրասրտագրիչ, անհատական համակարգիչ և ԷՍԳ-ի գրանցման ու վերլուծության ավտոմատացված ծրագիր, որն ապահովում է սրտի ռիթմի ավելի քան 30 ցուցանիշների հաշվարկ:

Հետազոտվել են սրտի ռիթմի վիճակագրական (pNN50, RMSSD) և երկրաչափական ցուցանիշները՝ Mo-մոդան, AMo-մոդայի տատանասահմանը, ΔX-վարիացիոն թափը, V_k-կարդիոդինամետրիկների տատանողականության գործակիցը; R-R_{միջին}-ը: Հաշվարկվել են նաև սրտի ռիթմի հետևյալ ինտեգրալային ցուցանիշները. կարգավորող համակարգերի լարվածության ցուցիչը (ԼՑ), վեգետատիվ հավասարակշռության ցուցիչը (ՎՀՑ), ռիթմի վեգետատիվ ցուցիչը (ՌՎՑ), կարգավորման գործընթացների ադեկվատության ցուցիչը (ԿԳԱՑ), կենտրոնացման ցուցիչը (ԿՑ): Ուսումնասիրվել են նաև սրտի ռիթմի տատանողականության սպեկտրային ցուցանիշները՝ HF (սպեկտրի հզորությունը բարձր հաճախության տիրույթում), LF (սպեկտրի հզորությունը ցածր հաճախության տիրույթում), VLF (սպեկտրի հզորությունը շատ ցածր հաճախությունների տիրույթում), TP (սպեկտրի ընդհանուր հզորությունը), LF/HF (վեգետատիվ փոխհարաբերության ցուցիչը), SD1, SD2 (ավտոռեգրեսիոն ամպլի չափերը):

Վելոերգոմետրիան հնարավորություն է տալիս ըստ սպեկտրային հզորության ցուցանիշների գնահատել ծանրաբեռնվածության գործառական գինը և դատել, թե որքանով է տվյալ ծանրաբեռնվածությունը համապատասխանում հետազոտվողի ներկա գործառական վիճակին:

Ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական վերլուծության “Biostat” ծրագրի օգնությամբ ըստ Ստյուդենտի t չափանիշի:

Արդյունքները և դրանց քննարկումը

Բնականոն պայմաններում ուսանողների սրտի ռիթմի ինտեգրալային ցուցանիշների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ բոլոր հետազոտվողները եղել են նորմոտոնիկներ (ԼՑ-ը տատանվել է հարմարողական փոփոխությունների սահմաններում՝ $80 < \text{ԼՑ} < 180$):

Վելոերգոմետրով 15 րոպեանոց ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունից հետո (III մակարդակի ծանրաբեռնվածություն) դիտվել է սրտի ռիթմը կարգավորող սիմպաթիկ օղակի ակտիվությունը բնութագրող ցուցանիշների մեծությունների հավաստի աճ: ԼՑ-ը և AMo-ն մեծացել են 315,08%-ով և 29,11%-ով համապատասխանաբար (Աղյուսակ): Վերջինս ուղեկցվել է սրտի ռիթմը կարգավորող պարասիմպաթիկ (ΔX) և հումորալ (Mo) մեխանիզմների ակտիվության արտահայտված

նվազմամբ համապատասխանաբար 43,4%-ով ($p<0.001$) և 7,65%-ով: Դիտված փոփոխությունները վկայում են վերերգումներով աշխատանքից հետո սրտի ռիթմի կարգավորման սիմպաթիկ մեխանիզմների բարձր ակտիվության և պարասիմպաթիկ ու հումորալ օղակների ակտիվության նվազման մասին: Այդ մասին են վկայում նաև կարդիոինտերվալների տատանողականության գործակցի (V_k) և $R-R_{միջին}$ -ի հավաստի փոքրացումը 30,15%-ով ($p<0.001$) և 17,4%-ով ($p<0,001$) համապատասխանաբար (Աղյուսակ):

Աղյուսակ

Ուսանողների սրտի ռիթմի ցուցանիշների փոփոխությունները ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության պայմաններում

Ցուցանիշներ	Նորմա	Ֆիզ. ծան. անմիջապես հետո	Ֆիզ. ծան. 15 րոպե հետո
Mo (վ)	0.68±0.02	0.56±0.02***	0.63±0.02**
AMo (%)	54.76±4.21	70.70±5.31**	58.15±4.11*
ΔX (վ)	0.30±0.02	0.17±0.02**	0.25±0.02***
V _k (պ.մ.)	7.87±0.43	5.49±0.70***	7.58±0.75**
ԼՑ (պ.մ.)	141,21±13,57	444,92±75,31**	206,80±29,41**
Ռ-ՎՑ (պ.մ.)	5,59±0,48	12,84±2,21***	7,72±0,78**
ԿԳԱՑ (պ.մ.)	80,99±6,47	126,50±8,01***	93,31±8,01***
ՎՀՑ (պ.մ.)	193,21±15,56	488,40±77,14**	257,60±33,89**
TP (մվ ²)	1774,01±93,90	780,40±22,01***	1662,10±45,51**
HF (%)	34,20±3,67	29,15±5,69	26,34±2,12
LF (%)	46,85±1,81	58,15±2,34**	60,20±3,24
VLF (%)	16,27±3,76	13,75±2,07	13,53±2,55
LF/HF	1,64±0,17	3,08±0,45**	2,99±0,56
R-R _{միջ.} (վ)	0.69±0.02	0.57±0.01***	0.64±0.01***
pNN50 (%)	14.25±3.71	3.59±1.25**	5.19±1.41
PARS (պ.մ.)	4.30±0.26	5.31±0.34*	4.40±0.34**
RMSSD (վ)	29.90±2.41	19.18±2.77***	23.40±3.02**
SD1	30.61±2.67	16.38±2.32***	22.25±2.80**
SD2	68.40±4.82	42.41±5.52***	60.50±7.32**

Ծանոթություն * - $p<0.05$, ** - $p<0.01$, *** - $p<0.001$

Ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունից հետո սրտի ռիթմի կարգավորման սիմպաթիկ մեխանիզմների դիտվող լարվածությունը (ԼՑ-ի մեծացում գրեթե 3 անգամ) ուղեկցվել է նաև ՎՀՑ-ի, ԿԳԱՑ-ի և Ռ-ՎՑ-ի մակարդակների բարձրացմամբ 252,79%-ով ($p<0.001$); 56,19 ($p<0.001$) և 229,69%-ով ($p<0.001$) համապատասխանաբար (Աղյուսակ):

Օրգանիզմի արտասրտային կարգավորիչ փոխհարաբերություններում վեգետատիվ հավասարակշռության փոփոխությունն արտա-

հայտվել է նաև հետազոտվողների կարդիոհիստերվալագրերի սպեկտրային ցուցանիշներում:

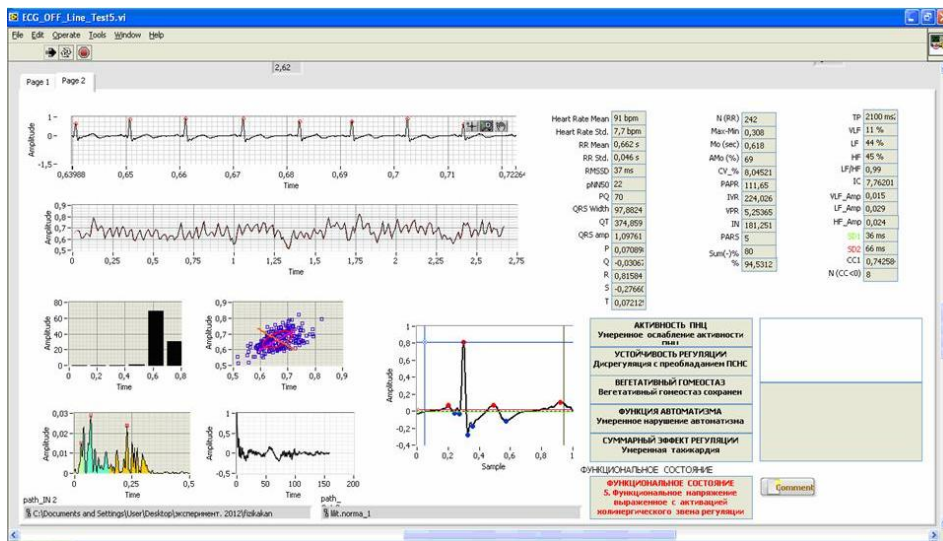
Վելոերգոմետրով 15 րոպե ծանրաբեռնվածությունը նպաստում է նաև սրտի ռիթմը կարգավորող մեխանիզմների ակտիվության ընդհանուր սպեկտրի (TP) նվազմանը 66.9%-ով ($p<0,001$), ինչն արտացոլում է սրտի ռիթմի վրա ինքնավար նյարդային համակարգի ազդեցությունը: Վերջինս ուղեկցվել է սպեկտրի բոլոր բաղադրիչների (VLF, LF, HF) միաժամանակյա իջեցմամբ: Պետք է նշել, որ գումարային սպեկտրում գերակշռել են ցածրահաճախ բաղադրիչները ($LF=58.15\%$, $p<0.001$) (Աղյուսակ):

Ընդհանուր սպեկտրային հզորության փոքրացումը վկայում է, որ վելոերգոմետրով 15 րոպե աշխատանքից հետո հետազոտվողների հարմարողական հնարավորությունները գործնականորեն սպառվում են:

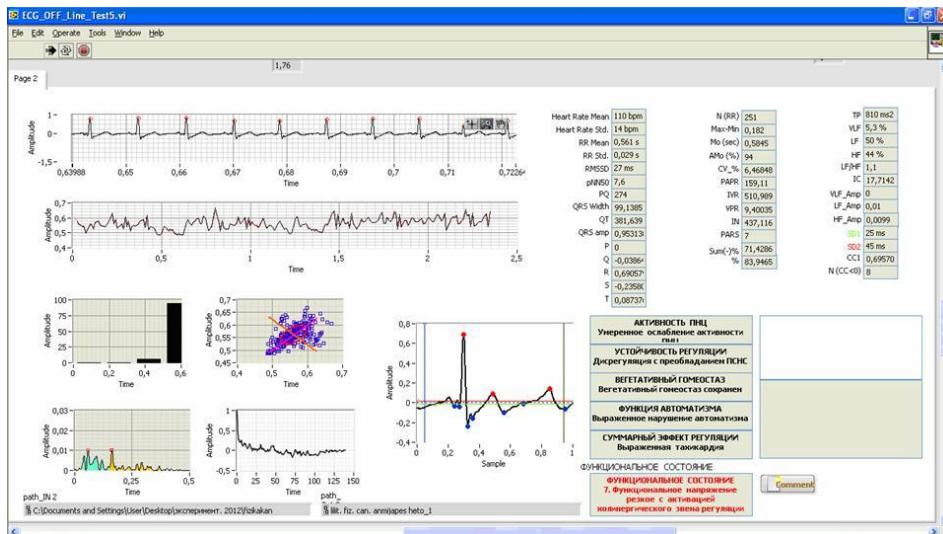
Սրտի ռիթմի կարգավորման պարասիմպաթիկ և հումորալ մեխանիզմների ակտիվության թուլացման հաշվին սիմպաթիկ մեխանիզմների ակտիվացման և սրտի ռիթմի արտահայտված սինխրոնացման մասին են վկայում նաև RMSSD-ի, pNN50-ի արժեքների փոքրացումը: Վերջիններս արտացոլում են ՎՆՀ-ի պարասիմպաթիկ մեխանիզմների ակտիվությունը: Սիմպաթիկ մեխանիզմների լարվածության արտացոլումն են հանդիսանում նաև նորմալի համեմատ սկատերգրերում «ավտոռեգրեսիոն ամպի» խտացումը (SD1, SD2 մեծությունների փոքրացում) և դիսպերսիայի մեծացումը, ռիթմագրերում՝ միջին արժեքի համեմատ R-R ինտերվալների տատանասահմանի փոքրացումը, իսկ սպեկտրագրերում՝ ընդհանուր սպեկտրի փոքրացումը ցածր հաճախությամբ ալիքների (LF) գերակշռմամբ, ինչի մասին է վկայում սիմպաթո-պարասիմպաթիկ ցուցիչի (LF/HF) աճը 187.8%-ով ($p<0,001$) (Աղյուսակ, նկ.1,2):

Վերականգնողական շրջանում դիտվող փոփոխությունները մեղմանում են՝ մնալով սակայն լարվածության տիրույթում (Աղյուսակ):

Մի շարք հեղինակների տվյալների համաձայն, մեր կողմից դիտվող գումարային սպեկտրի և նրա բաղադրիչների հզորության փոքրացումը վկայում է սրտի ռիթմի վրա ինքնավար նյարդային համակարգի կարգավորիչ ազդեցության թուլացման և սրտի ռիթմի կարգավորման մեխանիզմում սիմպաթիկ ու կենտրոնական-երգոտրոպ ազդեցությունների գերակշռման մասին [5]:



Նկար 1. Ուսանող Ա.Լ.-ի ռիթմա-, սպեկտրա- և սկատերգրերը նորմայում:



Նկար 2. Ուսանող Ա.Լ.-ի ռիթմա-, սպեկտրա- և սկատերգրերը 15 րոպե տևողությամբ վելոերգոմետրային ծանրաբեռնվածությունից անմիջապես հետո:

Ինչպես նորմայում, այնպես էլ փորձարարական իրավիճակներում ԿՀԱՑ-ը գտնվել է կարգավորման համակարգերի գործառական լարվածության տիրույթում (ԿՀԱՑ=4-6 պ.մ.) (Աղյուսակ): Դա արտահայտվել է ցածրահաճախ ալիքների (LF, %) հզորության և անոթաշարժ կենտրոնի վրա ծանրաբեռնվածության մեծացմամբ, ինչը հետագայում կարող է արտահայտվել սիրտ-անոթային համակարգի խանգարումներով, ախտաբանական երևույթների ձևավորմամբ: Նորմայում ԿՀԱՑ-ը

կազմում է 1-3 պ.մ.: Նրա բարձրացումը կարող է վկայել օրգանիզմի գործառական համակարգերի լարվածության և ուսանողների օրգանիզմի գործառական հնարավորություններին ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության անհամապատասխանության մասին:

Ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունից 15 րոպե հետո բոլոր ուսումնասիրված ինտեգրալային և սպեկտրային ցուցանիշները ունեցել են ելակետային մակարդակին վերադառնալու միտում, սակայն շարունակել են մնալ լարվածության տիրություն:

Կլինիկական տվյալների համաձայն վելոերգոմետրային ծանրաբեռնվածության նկատմամբ բնականոն պատասխան ռեակցիան նախատեսում է ՍԿՀ-ի և սրտի ռիթմի մյուս ցուցանիշների վերադարձ ելակետային մակարդակներին ծանրաբեռնվածությունից հետո 7 րոպեի ընթացքում [8]: Վերականգնողական շրջանի 7-12 րոպեների ընթացքում սրտի ռիթմի տատանողականության ցուցանիշների վերլուծությունը մեծացնում է վելոերգոմետրիայի ախտորոշիչ նշանակությունը: Վերջինս հնարավորություն է տալիս բացահայտել օրգանիզմի ընդհանուր գործառական վիճակի խանգարումները և գնահատել հարմարողական հնարավորությունները ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության հանդեպ:

Վերականգնման արագությունը և ծանրաբեռնվածությունից հետո շեղումների արտահայտվածության աստիճանը հանդիսանում են կատարվող ծանրաբեռնվածության «ֆիզիոլոգիական գնի» արտացոլում: Ծանրաբեռնվածությունից հետո ուսանողների մոտ հետազոտված ցուցանիշների մեր կողմից դիտվող որոշակի բարձր մակարդակը հանդիսանում է սիրտ-անոթային համակարգի հարմարողական ցածր հնարավորությունների ապացույց, որն իր հերթին պայմանավորված է ուսանողների անբավարար մարզվածությամբ, հոգնածությամբ, լարվածությամբ և թերշարժունությամբ:

Միջին հզորության վելոերգոմետրային ծանրաբեռնվածությունը հանգեցնում է ուսանողների կարդիոհեմոդինամիկայի և սրտի ռիթմի ինտեգրալային և սպեկտրալ ցուցանիշների արտահայտված փոփոխությունների, ինչը պայմանավորված է սրտի ռիթմի կարգավորման գործընթացում սիմպաթիկ օղակի ակտիվության մեծացմամբ և կարգավորման կենտրոնացմամբ:

Միջին ուժգնության վելոերգոմետրիկ ծանրաբեռնվածությունից հետո վերականգնման շրջանում բոլոր ուսումնասիրված ցուցանիշների դանդաղ վերականգնումը վկայում է հետազոտվողների գործառական համակարգերի երկարատև թերշարժունությամբ պայմանավորված ցածր լարվածության և օրգանիզմի գործառական հնարավորու-

թյուններին տվյալ հզորության ծանրաբեռնվածության անհամապատասխանության մասին:

Վելոերգոմետրային ծանրաբեռնվածության դեպքում չմարզված հետազոտվողների սրտի ռիթմը կարգավորող մեխանիզմների ակտիվության ինտեգրալային, սպեկտրալ, ինչպես նաև կենտրոնական հեմոդինամիկայի ցուցանիշների փոփոխությունները խոսում են «ծամանակակից» ուսանողների վեգետատիվ գործառույթների հարմարման բազմակողմանի բնութագրերի հետագա հետազոտությունների անհրաժեշտության մասին ոչ դեղորայքային մեթոդների՝ մասնավորապես տևական չափավորված ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության կիրառման պայմաններում:

Поступила 02.07.13

Корреляционные связи показателей сердечно-сосудистой системы с физической работоспособностью студентов

С.М. Минасян, Э.С. Геворкян

Исследовались возможности вовлечения и адаптации интегральных и спектральных показателей активности сердечного ритма студентов при велоэргометрической нагрузке. Полученные данные свидетельствуют, что велоэргометрическая нагрузка средней мощности приводит к выраженным сдвигам интегральных и спектральных показателей ритма сердца, обусловленным повышением активности симпатического звена в процессе регуляции сердечного ритма и централизацией регуляции. Скорость восстановления и степень выраженности сдвигов после нагрузки отражают «физиологическую цену» нагрузки данной мощности.

Correlations between the cardiovascular system parameters and students' physical performance

S.M. Minasyan, E.S. Gevorkyan

The possibility of students' heart rate integral and spectral parameters implementation and adaptation during physical tension on veloergometer were investigated. The results have indicated that the physical tension with average power on veloergometer leads to pronounced changes of heart rate integral and spectral parameters, due to the increased activity of heart rate regulation sympathetic level and the centralization of heart rate regulation. The speed of recovery and severity of shifts after exercise reflect the "physiological price" of the physical tension.

Գրականություն

1. Агаджанян Н.А., Миннибаев Т.Ш., Северин А.Е. и др. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса. Гигиена и санитария, 2005, 3, с. 48-52.
2. Агаджанян Н.А., Руженкова И.В., Старшинов Ю.П. и др. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма. Физиология человека, 1997, т. 23, 1, с. 93-97.
3. Божокин С.В., Шенкова И.М. Анализ variability ритма сердца в условиях стрессовых нагрузок. Физиология человека, 2008, т.34, 4, с. 80-87.
4. Криволапчук И.А. Функциональное состояние детей 9-10 лет при напряженной информационной нагрузке и физическая работоспособность. Физиология человека, 2009, т.35, 6, с. 111-121.
5. Крысюк О.Н. Возрастные, типологические и индивидуальные особенности биоэлектрической активности миокарда и автономная нервная регуляция сердечно-сосудистой системы детей 7-11 лет. Дис. ... к.б.н. М., 2007.
6. Линник М.А. Сравнительный анализ изменения показателей сердечно-сосудистой системы, физической работоспособности и сенсомоторной реакции у юношей с разным уровнем двигательной активности. Дис. ... к.б.н. Тюмень. 2005.
7. Маляренко Ю.Е., Быков А.Т., Маляренко Т.Н. Современные представления о двигательной активности как функции обеспечения здоровья. Мат. III Всерос. н-п. конф. Функциональное состояние и здоровье человека. Ростов-на-Дону. 2010, 77-79.
8. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново. 2002.
9. Панкова Н.Б., Богданова Е.В., Любина Б.Г. и др. Влияние двигательной нагрузки на возрастную динамику функционального созревания вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы подростков. Физиология человека. 2009, т.35, 3, с. 64-73.
10. Сентябрев Н.Н. Физиологические аспекты направленной релаксации организма человека при напряженной мышечной деятельности. Автореф. дис. ... д.б.н. М., 2004.
11. Mujika I., Padilla S. Scientific Bases for Precompetition Tapering Strategies. Med. Science, Sports Exerc., 2003; v.35, 7: 1182-1187.