

Бисенгалиева А.М. , Дюсегалиева К.О. , Қыдырбек Р.Ы. ,
Бахтиярова С.Ж.

Жеңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

ЖАС СПОРТШЫЛАРДЫҢ ИМПУЛЬСТІК ТОЛҚЫНЫНЫҢ ШАҒЫЛУ ИНДЕКСІ

Бисенгалиева Асыл Макымовна, Дюсегалиева Кайрлы Окасовна, Қыдырбек Роза Ырысбиқызы, Бахтиярова Саягул Жаксыбаевна

Жас спортшылардың импульстік толқынының шағылу индексі

Аңдатпа. Мақалада иық артериясы аймағында сфигмография әдісімен артериялық қан айналысының қысымның тәуелділіктеріне сәйкес өлшенетін импульстік толқынның шағылу көрсеткіштерін талдау нәтижелері берілген. Жаттығудан өтпеген зерттелуші тобымен салыстырғанда иық манжетінің окклюзиясын алып тастағаннан кейін жоғары спорттық нәтиже көрсететін спортшыларда өлшенетін шағылу көрсеткіштері окклюзияға дейінгіге қарағанда жоғары мөндерге ие екендігі анықталды. Жас спортшыларда жүрек-тамыр жүйесі функционалды өзгерістерге ұшырайды, бұл тамырлардың вазодилататорлық сыйымдылығының жоғарылауымен және вазоконстрикцияның жоғарылауымен байланысты. Рефлексия индексінің өзгеруі монотонды емес динамикамен сипатталады, ол бастапқы өсуде көрінеді, содан кейін бастапқыға жақын мөнге дейін төмендейді. Кері толқынның амплитудасы мен спортшылардың артериялық тамырларының тегіс бұлшық ет қабатының функционалды қасиеттері арасындағы байланыс және окклюзия сынағы нәтижелеріне эндотелий гликокаликсінің қалыңдығының ықтимал әсері талқыланады.

Түйін сөздер: шағылу көрсеткіші, окклюзия сынағы, тегіс бұлшық ет қабаты, гликокаликс, спорттық медицина.

Bisengaliyeva Assyl Makymovna, Dyussegalieva Kairly Okasovna, Kydyrbek Roza Yrysbigyzy, Bakhtiyarova Sayagul Zhaksybayevna

Pulse wave reflection index in young athletes

Abstract. The results of the analysis of the pulse wave reflection indices, measured according to the dependences of pressure in the arterial bed by the method of sphygmography in the region of the brachial artery, are presented. It has been established that, compared with the group of untrained subjects, the reflection indices measured in athletes showing high athletic performance after removal of the shoulder cuff occlusion have higher values than before occlusion. In young athletes, the cardiovascular system undergoes functional changes, which is associated with an increase in the vasodilator capacity of the vessels and an increase in vasoconstriction. The change in the reflection index is characterized by non-monotonic dynamics, which manifests itself in the initial growth, and then a decrease to a value close to the original one. The relationship between the amplitude of the backward wave and the functional properties of the smooth muscle layer of the arterial vessels of athletes and the possible influence of the thickness of the endothelial glycocalyx on the results of the occlusion test are discussed.

Key words: reflection index, occlusal test, smooth muscle layer, glycocalyx, sports medicine.

Бисенгалиева Асыл Макымовна, Дюсегалиева Кайрлы Окасовна, Қыдырбек Роза Ырысбиқызы, Бахтиярова Саягул Жаксыбаевна

Индекс отражения пульсовой волны у юных спортсменов

Аннотация. В статье представлены результаты анализа отражения пульсовой волны, измеренной в области плечевой артерии методом сфигмографии в зависимости от артериального давления. Установлено, что измеренные значения отражения у спортсменов с высокой спортивной работоспособностью после снятия окклюзии плечевой манжеты были выше, чем до окклюзии по сравнению с нетренированной исследуемой группой. В сердечно-сосудистой системе юных спортсменов происходят функциональные изменения, которые связаны с повышением сосудорасширяющей способности и усилением вазоконстрикции. Изменение индекса отражения характеризуется немонотонной динамикой, что выражается в начальном увеличении, а затем уменьшении до значения, близкого к исходному. Обсуждается взаимосвязь амплитуды обратной волны с функциональными свойствами гладкомышечного слоя артерий спортсменов и возможное влияние толщины эндотелиального гликокаликса на результаты окклюзионных проб.

Ключевые слова: индекс отражения, окклюзионная проба, гладкомышечный слой, гликокаликс, спортивная медицина.

Кіріспе. Шағылу индексі – диастоладағы кері толқын амплитудасының қан айналымы жүйесінің артериясында пайда болатын систоладағы түзу толқынның амплитудасына қатынасын білдіреді. Бұл параметр негізінен ересек пациенттерде артериялық гипертензияны анықтау үшін қолданылады және атеросклероздың даму дәрежесін сипаттайды.

Систолалық артериялық гипертензияның дамуындағы заманауи идеяларға сәйкес, артериялар мен резистивті тамырлардың тармақталу орындарынан шағылысқан импульстік толқынның мерзімінен бұрын оралуы жетекші рөл атқарады. Артериялық және перифериялық тамырларды диагностикалаудың негізгі әдістері ультрадыбыстық доплерография, фотоплетизмография, реография және сфигмография болып табылады.

Спортшылардың тамыр жүйесінің жағдайын визуализациялау үшін артериялық арнаны дуплексті ультрадыбыстық сканерлеу, магнитті-резонанстық томография, тамырлы арнаны тепловизиялық диагностикалау әдістері дамыды. Алайда, техникалық күрделі және қымбат тұратын тамыр арнасын бейнелеу (визуациялау) және өлшеу жүйесін қажет ететін артериялық тамыр жүйесін диагностикалау әдістерін дамыту скринингтік диагностиканың даму үрдісіне қайшы келеді [1].

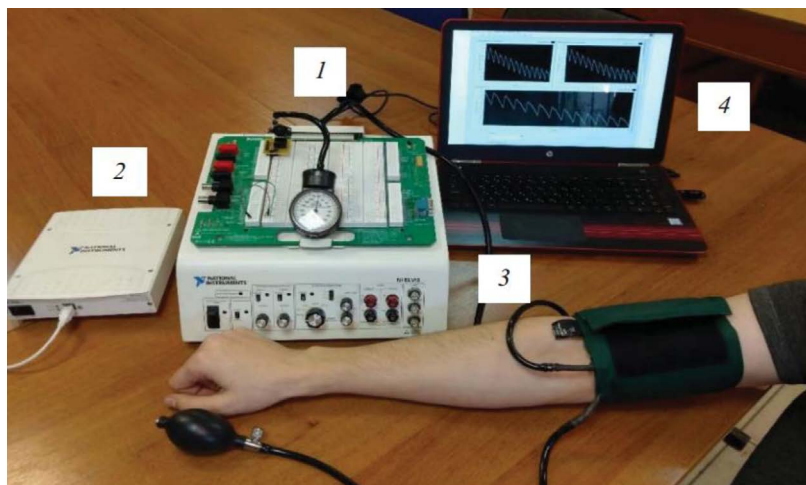
Жас спортшыларда жүрек-тамыр жүйесі функционалды өзгерістерге ұшырайды, бұл тамырлардың вазодилататорлық сыйымдылығының жоғарылауымен және вазоконстрикцияның жоғарылауымен байланысты. Спортшылардың қан тамырлары жүйесінің функционалды өзге-

рістерін диагностикалау үшін функционалды жүктеме кезінде түтікгің (сосуд) тегіс бұлшық ет қабырғасының тонусының өзгеруін сипаттайтын шағылысу индексі тіркеудің сфигмографиялық әдісін қолдануға болады.

Бұл жағдайда окклюзиялық сынама, мысалы, иық аймағында, тіндердің оттегіне қажеттілігі артуы барысындағы дене белсенділігі сияқты аяқ-қол тіндерінің қысқа мерзімді ишемиясына әкеледі.

Сондықтан дененің аяқ-қол аймағында жүргізілген окклюзиялық сынаманың жергілікті реакциясын белгілі бір мағынада дененің жалпы дене белсенділігінің реакциясымен байланыстыруға болады. Осылайша, спортшылардың жүрек-тамыр жүйесінің дене белсенділігіне бейімделу үдерісін бақылау және жаттығулардың барысын сандық бағалау үшін функционалды диагностиканың тиісті әдісін жасау маңызды [2].

Зерттеу әдістері мен ұйымдастырылуы. Импульстік толқын пішінін тіркеу және талдау бағдарламалық жасақтаманы қолдану арқылы жүргізілді. 1-суретте мынадай элементтерді қамтитын аппараттық кешен көрсетілген: NI ELVIS аналогтық сигналын тіркеуге арналған инженерлік станция (National Instruments, АҚШ) 1; NIUSB DAQmx негізіндегі аналогты-сандық түрлендіргіш (ADC) блогы – 2 құрылғы; қысымды тіркеу және құруға қысуға арналған блок (манжет, резеңке груша, монометр, қысым датчигі MPX5050GP (Freescall Semiconductor, АҚШ) 3; дербес компьютер 4; виртуалды аспаптарды жасауға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету LabView 8.5.



1-сурет – Импульстік толқынды тіркеу сфигмография әдісі

Импульстік толқынды тіркеу сфигмография әдісі келесі жолмен жүргізілді. Зерттелуші отырған қалпында болады; манжет иық аймағында бекітілген, оны диастолалық қысымға дейін келтіріп және окклюзия сынағына дейін импульстік толқынды тіркеді. Содан кейін 3 минут ішінде толық артериовенозды окклюзия жасау үшін манжетке систоалықтан жоғары 30-40 мм сын. бағ. дейін қысым жасалды [3]. Окклюзияны және манжетті диастолалық қысымға дейін түсіргеннен кейін бірден 30 секунд ішіндегі импульс толқынының пішіні жазылды. Алынған деректер компьютерде сақталды.

2-суретте цифрланған сигналды өңдеу және бағдарламадағы окклюзия сынағына дейін және одан кейінгі шағылу индексі есептеу кезеңдерін LabView 8.5 бағдарламасында көрсетеді.



2-сурет – Шағылу индексі сигналы мен есептеудің блок-сұлбасы

Шағылу көрсеткіші (RI) перифериялық импульс толқындар контурлық талдау әдісі бойынша P_{min} кері толқын амплитудасының P_{max} тура толқын амплитудасына қатынасы арқылы мына өрнекті қолдана отырып анықталады:

$$RI = \frac{P_{min}}{P_{max}}$$

Зерттеуге екі топ таңдалынды, олардың біреуі спортқа қызығушылығы бар және оларды ешқандай жүрек-қан тамырлары аурулары жоқ екені анықталды.

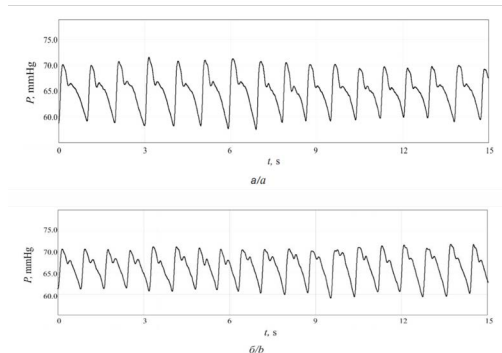
1-кезеңде өлшенген мәндер жиынтығы алын ала өңдеу үшін бағдарламаға жүктеледі. 2-қадам калибрлеу тәуелділіктеріне сәйкес MPX5050GP (mV) ауа сенсорынан кернеуді қысымға (мм сынбағ) түрлендіретін 1 кГц таңдау жиілігі бар DAQassistant көмекшісі модулін пайдалануды қамтиды.

Түрлендірілген сигнал шуылдан сүзіледі (3-кезең) және импульстік толқынның әрбір кардиоинтервалында 0-ден 1-ге дейінгі мәндер диапозонында (4-кезең) минималды және максималды мәндермен нормаланады [4].

Импульстің шағылу көрсеткішін есептеу толқын импульс-тік толқынның әрбір кардиоинтервалы үшін 5-кезеңде жүзеге асырылады және әрбір субъект үшін жеке файлда сақталады (6-кезең).

Диагностикалық процедура басталмас бұрын олардың автоматты тонометрмен қан қысымын және антропометриялық көрсеткіштерін өлшейді (бой, дене салмағы). Спортшылар екі сағат демалғаннан кейін тексеріс жүргізіледі. Барлық қатысатын қатысушылардан жазбаша түрде келісім алып тексерістен өткізетінін және олардың қауіпсіздігіне ешқандай теріс салдары болмайтынын хабарлап ескертеді [5].

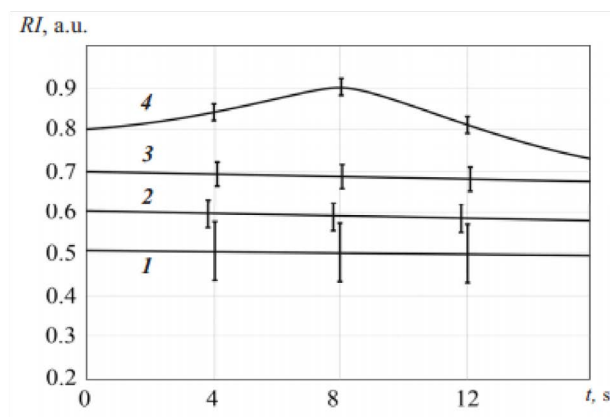
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Білім алушылардың спорттық шеберлік атағы барлардың диастолалық қысымы 70 мм. сын. бағ импульстік толқын түрінде өлшеу нәтижелері бойынша 2-суретте көрсетілген.



3-сурет – Толқындық пульс а – окклюзия сынаққа дейін, б – окклюзиядан сынақтан кейін

Суреттегі P_{min} кері толқын амплитудасының, P_{max} тура толқын амплитудасының шағылу көрсеткіші амплитудалық қысым мәні көрсетілген.

Жүргізілген талдау нәтижелері бойынша, бұл үш минуттық окклюзивті сынақтың кейін спортшының шағылу көрсеткіші жоғары мәнге ие болып, сынаққа дейінге қарағанда бастапқы өсуі монотонды емес динамикасымен сипатталады. Орта есеппен алғанда спортшылардың рефлексия индексіндегі өзгерістер динамикасы окклюзия сынағына дейін (2) және (4) кейін 3-суретте беріледі. Тәуелділіктер орташа квадраттық ауытқудан есептелген мәндердің таралуын көрсетеді [6].



4-сурет – Шағылу индексінің уақытқа тәуелді өзгеруі

Диастолалық қысымы 65 мм сын. бағ., жүрек-қан тамыр патологиясымен ауырмайтын, бақылау тобына енгізілген 16 жастағы зерттелушінің импульстік толқын түріндегі өлшеу нәтижесі 2-суретте көрсетілген. 5a – окклюзия сынағы алдында, b – окклюзия сынағынан кейін.

Талдау нәтижелеріне сәйкес, жүрек-қан тамырлары патологиялары анықталмаған субъектілердің спорттық емес тобына жататын субъектіде үш минуттық окклюзия сынағынан кейін бірден шағылу көрсеткіші жоғарылаған мәнге ие болады және монотондық емес динамика көрсеткішінен баяу төмендейді. Бұл ретте шағылысу көрсеткішінің бастапқы мәніне қайтарылу динамикасы 60 с дейін ұзартылды [7].

Жүрек-қан тамырлары патологиялары анықталмаған субъектілердің атлетикалық емес тобы үшін окклюзия сынағына дейін (1) және (3) кейін рефлексия индексінің өзгеруінің уақытқа тәуелділігі көрсетілген. Окклюзияны алып тастағаннан кейін спортшылар орташа алынған шағылу индексі мәнінің шамалы жоғарылауы, содан кейін оның бастапқы мәніне оралу тенденциясы байқалатынын көруге болады. Бұл со-

4-суреттен көрініп тұрғандай, бірнеше секундтан кейін окклюзияны алып тастағаннан кейін максималды шағылу индексі байқалады, содан кейін оның бастапқы мәніне оралу үрдісі байқалады. Бұл стандартты ауытқудан есептелген мәндердің таралуын азайтады.

Айта кету керек, спортшылар тобындағы бастапқы шағылу индексінің мәні стресс деңгейінің жоғарылауынан туындауы мүмкін. Белсенді жаттығулар жасайтын таңдаулы спортшылар тобы үшін жаттығудан кейін екі сағаттық демалу толық қалпына келтіру үшін жеткіліксіз болуы мүмкін.

нымен қатар стандартты ауытқудан есептелген мәндердің таралуын азайтады.

Орташа мәндердегі айырмашылықтардың маңыздылығы Стьюденттің критерийімен бағаланды. Статистикалық болжауларды тексеру кезінде p сыни мәнділік деңгейі 0,05-ке тең деп қабылданды [8].

Бұл заңдылықтарды тамыр бифуркацияларынан қолқа мен үлкен артериялар арқылы өтетін қан көлемін көрсету тұрғысынан түсіндіру қиын. Спортшылардың денесінің ерекшелігі – бұл дене белсенділігінің әсерінен болатын артериялық тамырлардың қабырғаларын біртіндеп қалпына келтіру. Қалпына келтіру процесі тамырлардың тегіс бұлшықет қабырғасының функционалдық қасиеттерінің өзгеруімен қатар жүреді. Тегіс бұлшықет қабырғасының функционалды күйінің тамырлардың тонусына әсер ету дәрежесі қанның сол жақ қарыншадан қолқа, үлкен, кіші артериялар мен артериолалар арқылы қозғалу жолында біртіндеп артады.

Спортшылардың денесі жаттықпаған адамдардың денесімен салыстырғанда, жаттығу кезінде жұмыс істеп тұрған қаңқа бұлшықеттері

арқылы жеткілікті көлемді қан ағымын қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ тамыр жүйесінің жүктемені арттыруға тез бейімделуін қамтамасыз етуі керек.

Бұл окклюзияны алып тастағаннан кейін қан ағымының күрт жоғарылауымен спортшыларда шағылу индексінің жоғарылауын қан тамырлары тонусының жүктеме деңгейіне бейімделуін куәландыратын индекстің біртіндеп төмендеуімен түсіндіруі мүмкін (4-сурет). Сонымен қатар, спортшыларда тамырлардың тегіс бұлшық ет қабатының негізгі вазодилататорға – азот оксидіне сезімталдығы жоғарылайды. Бұл ретте, деректер бойынша тұрақты дене жүктемелері олар тамырлардың құрылымдық қайта құрылуын (ангиогенез, қалпына келтіру) және тамырлардың және эндотелий жасушаларының тегіс бұлшық ет қабатының фенотиптік өзгеруін қамтитын функционалды бейімделуді қамтуы мүмкін [9].

Сондай-ақ, тұрақты дене белсенділігінің гликокаликс қабатының пайда болуына әсерін ескеру қажет, ол қазіргі тұжырымдамаларға сәйкес эндотелийдің механикалық сезімталдығын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады, атап айтқанда: қозғалатын қан ағымы тамыр қабырғасына әсер ететін ығысу кернеуін тудырады, эндотелий гликокаликс қабаты бұл әсерді эндотелийге делдал етеді және Ығысу кернеуінің шамасының детекторы болып табылады.

Гликокаликс қабаты зақымданған кезде қан ағымының жылдамдығына тамырдың дилататорлық жауабының төмендеуі пайда болады. Дене жаттығулары, керісінше, қалыпты жаттығушылар тобында көрсетілгендей, окклюзияны алып тастағаннан кейін иық артериясының кеңейтілген реакциясын арттыруға оң әсер етеді. Осылайша, біз зерттеген спортшылар то-

бында қан тамырлары тонусының айқын динамикасы және окклюзияны алып тастағаннан кейін шағылу индексі бар, біздің ойымызша, бұл тұрақты дене жаттығуларына байланысты гликокаликс қабатының қалыңдығының жоғарылауымен де, жаттықпаған зерттеушілер тобымен салыстырғанда окклюзияға дейін және одан кейінгі спортшылардағы қан ағымының жоғарылауымен де түсіндіріледі [10].

Алынған нәтижелер шағылу көрсеткішін окклюзиясыз өлшеу артериялық тамырлардың функционалдық өзгерісінің белгілерінде айтарлықтай айырмашылықтарды бермейтінін көрсетеді, ал үш минуттық окклюзия сынағы қан тамырларының $p < 0,05$ сыни маңыздылық деңгейінде шағылу индексі мәндерінде айтарлықтай айырмашылықтарды алуға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Спортшылардың иық артериясының окклюзиялық сынаққа реакциясын сфигмографиялық зерттеу импульс толқынының шағылу индексінің монотонды емес динамикасының болуын көрсетті. Рефлексиялық көрсеткіштің өзгеру қисығының параметрлері спортшылардың артериялық жүйесінің дене белсенділігіне бейімделуінің ағымдағы деңгейін сипаттау үшін де, жаттығулар сериясы кезінде қан тамырларының функционалдық қасиеттерінің өзгеруін бақылау үшін де пайдаланылуы мүмкін. Дистальды орналасқан артериялардың бифуркациясынан шағылысқан толқын ретінде қосымша сфигмограмма толқыны тұжырымдамасын пайдалану кезінде шағылу индексінің өзгеруінің белгіленген үлгілерін түсіндіру қиын. Сондықтан артериялық тамырлар жүйесінде шағылған толқынның пайда болуының табиғаты мен механизмдері туралы мәселе ашық күйінде қалады.

Әдебиеттер

- 1 Иванов С.В. Жесткость сосудистой стенки и отражение пульсовой волны в связи с артериальной гипертензией / С.В. Иванов, А.Н. Рябиков, С.К. Малютин // Сибирский научный медицинский журнал, 2008. – № 3. – С. 9–12.
- 2 Калакутский Л.И. Диагностика дисфункции сосудистого эндотелия методом контурного анализа пульсовой волны / Л. И. Калакутский, А. А. Федотов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. Т. 98. – № 9. – С. 93–98.
- 3 Ревенко С.В. Гармонические перспективы реографии / С.В. Ревенко // Нервно-мышечные болезни. – 2012. – № 4. – С. 8–19.
- 4 Погодина М.В., Милягина И.В. Объемная сфигмография – один из значимых методов определения артериальной жесткости у больных терапевтического профиля / М. В. Погодина, И. В. Милягина // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2017. Т. 16. – № 2. – С. 101–106.
- 5 Кузьменко Е.А. Роль цветового дуплексного сканирования в выявлении субклинического атеросклероза брахиоцефальных артерий у больных гипертонической болезнью / Е. А. Кузьменко, Л. Е. Кривенко, В. П. Шишкин // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2012. Т. 47–48, № 1–2. – С. 198–201.
- 6 Вихерт Т.А., Арзамасов К.М. Современные направления ультразвукового метода исследования артерий и периферического кровообращения / Т.А. Вихерт, К.М. Арзамасов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина – 2013. Вып. 1. – С. 161–166.

- 7 Кривошеева Н.В. Применение ультразвукового исследования в клинической практике при обследовании артериального русла нижней конечности у пациентов пожилого и старческого возраста с сахарным диабетом типа 2 / Н.В. Кривошеева // Клиническая геронтология. – 2017. Т. 23. – № 3–4. – С. 32–39.
- 8 Ключкин И.В., Фатыхов Р.И. Современные методы диагностики при синдроме диабетической стопы // Казанский медицинский журнал. – 2012. Т. 93, № 2. – С. 298–301.
- 9 Cioni G., Berni A., Gensini G.F., Abbate R., Boddi M. Impaired Femoral Vascular Compliance and Endothelial Dysfunction in 30 Healthy Male Soccer Players: Competitive Sports and Local Detrimental Effects // Sports Health. 2015. Vol. 7, iss. 4. - P. 335–340.
- 10 Green D.J., Spence A., Rowley N., Thijssen D.H., Naylor L.H. Why isn't flow-mediated dilation enhanced in athletes? // Med Sci Sports Exerc. - 2013. Vol. 45, iss. 1. - P. 75–82. doi: 10.1249/MSS.0b013e318269affe.

References

- 1 Ivanov S.V. Zhestkost' sosudistoj stenki i otrazhenie pul'sovoj volny v svyazi s arterial'noj gipertenziej / Ivanov S. V., Ryabikov A. N., Maljutina S. K. – Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal, 2008. – № 3. – С. 9–12.
- 2 Kalakutskij L.I. Diagnostika disfunkcii sosudistogo endotelija metodom konturnogo analiza pul'sovoj volny / L. I. Kalakutskij, A. A. Fedotov / Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. – 2009. Т. 98. – № 9. – С. 93–98.
- 3 Revenko S.V. Garmonicheskie perspektivy reografii / S. V. Revenko / Nervno-myshechnye bolezni. – 2012. – № 4. – С. 8–19.
- 4 Pogodina M.V., Milyagina I.V. Ob'emnaya sfigmografiya – odin iz znachimyh metodov opredeleniya arterial'noj zhestkosti u bol'nyh terapevticheskogo profilya / M. V. Pogodina, I. V. Milyagina – Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. – 2017. Т.16. – № 2. – С. 101–106.
- 5 Kuz'menko E.A. Rol' cvetovogo dupleksnogo skanirovaniya v vyyavlenii subklinicheskogo ateroskleroza brahiocefal'nyh arterij u bol'nyh gipertonicheskoy bolezni'yu / E. A. Kuz'menko, L. E. Krivenko, V. P. Shishkin – Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka. 2012. Т. 47–48, № 1–2. - С. 198–201.
- 6 Vihert T.A., Arzamasov K.M. Sovremennye napravleniya ul'trazvukovogo metoda issledovaniya arterij i perifericheskogo krovoobrashcheniya / T.A. Vihert, K.M. Arzamasov – Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Medicina – 2013. Vyp. 1. – С. 161–166.
- 7 Krivosheeva N.V. Primenenie ul'trazvukovogo issledovaniya v klinicheskoy praktike pri obsledovanii arterial'nogo rusla nizhnej konechnosti u pacientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta s saharnym diabetom tipa 2 / N.V. Krivosheeva – Klinicheskaya gerontologiya. – 2017. Т. 23. – № 3–4. – С. 32–39.
- 8 Klyushkin I.V., Fatyhov R.I. Sovremennye metody diagnostiki pri syndrome diabeticheskoy stopy // Kazanskij medicinskij zhurnal - 2012. Т. 93, № 2. - С. 298–301.
- 9 Cioni G., Berni A., Gensini G.F., Abbate R., Boddi M. Impaired Femoral Vascular Compliance and Endothelial Dysfunction in 30 Healthy Male Soccer Players: Competitive Sports and Local Detrimental Effects // Sports Health. 2015. Vol. 7, iss. 4. - P. 335–340.
- 10 Green D.J., Spence A., Rowley N., Thijssen D.H., Naylor L.H. Why isn't flow-mediated dilation enhanced in athletes? // Med Sci Sports Exerc. - 2013. Vol. 45, iss. 1. - P. 75–82. doi: 10.1249/MSS.0b013e318269affe.

Автор для корреспонденции (первый автор)	Хат-хабарларға арналған автор (бірінші автор)	The Author for Correspondence (The First Author)
<p>Бисенгалиева Асыл Макымовна – старший преподаватель, магистр технических наук, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г.Уральск, Казахстан e-mail: B.a.m69@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-6914-2352</p>	<p>Бисенгалиева Асыл Макымовна – аға оқытушы, техника ғылымдарының магистрі, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан e-mail: B.a.m69@mail.ru sayagul.bakhtiyarova@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-6914-2352</p>	<p>Bissengaliyeva Assyl Makymovna – Master of Technical Sciences, West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan e-mail: B.a.m69@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-6914-2352</p>