

НЕ СТАРИ СЕ ГОДИНАМА, НЕГО НОГАМА

Митхат Благајац

Професор у пензији

IT'S NOT YEARS THAT AGE YOU, IT'S YOUR LEGS

Mithat Blagajac

Retired professor

Древни грчки мудраци су говорили:
„Ако хоћеш да будеш здрав, трчи.
Ако желиш да будеш јак, трчи.
Ако желиш да будеш леп, трчи.”

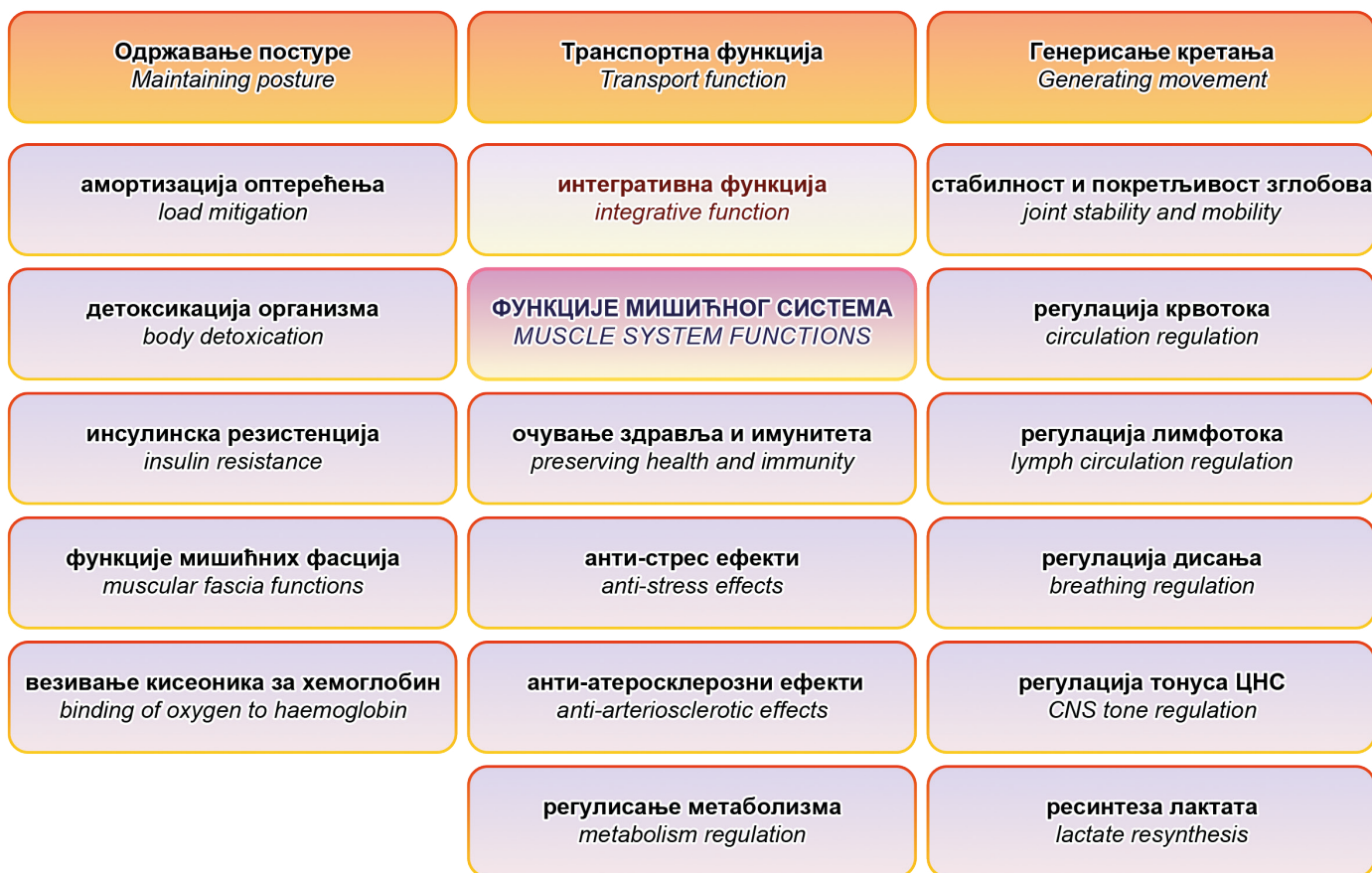
Ancient Greek philosophers would say:
“If you want to be healthy – run.
If you want to be strong – run.
If you want to be handsome – run.”

Може се рећи да не старимо годинама, него ногама; што онда значи да и умиремо ногама, с обзиром на доказан утицај старења на губитак мишићне масе, као и на повезаност губитка мишићне масе и смртности [1]. Здрав и дуговечан живот умногоме зависи од здравих и функционалних ногу. Здраве ноге значе здраво срце, слабе ноге значе слабо срце. Ноге играју кључну улогу у очувању здравља, у нормалном функционисању свих органа и органских система. Мишићи ногу чине 40% укупне скелетне мускулатуре имају кључну улогу у нормалном функционисању крвотока. Преко 60–65% крви се, под утицајем гравитације, задржава у ногама, и крвоток не може нормално да функционише без активности мишића ногу.

Мишићи нису само орган за кретање, него су веома важан динамички ендокрини орган. Поред функције генерисања силе и обављања кретања делова тела и тела у целини, одржавања постуре – правилног држања тела, мишићи имају кључну транспортну – интегративну функцију, јер се сав транспорт крви, лимфе, кисеоника, хранљивих материја, хормона, нервних импулса, енергетских токова одвија кроз мишиће. Зато мишићни систем има изузетно значајну интегративну функцију (слика 1).

One could say that we do not grow old with age, but with our legs; therefore, we also die with our legs, given the proven impact of aging on muscle mass loss, as well as the correlation of muscle mass loss and mortality [1]. A long and healthy life depends on functional, healthy legs. Healthy legs mean a healthy heart; weak legs mean a weak heart. Legs play a key role in preserving health, in the normal functioning of all organs and organ systems. Leg muscles make up 40% of the total skeletal musculature and play a key role in normal blood circulation. Over 60–65% of the blood is retained in the legs, under the influence of gravity, and circulation cannot function normally without leg muscle activity.

Muscles are not only organs for moving, but a very important dynamic endocrine organ. In addition to their function in generating force and enabling movement of both body parts and the body as a whole, as well as in maintaining proper posture, muscles have a key transport – integrative function, because all transport of blood, lymph, oxygen, nutrients, hormones, nerve impulses and energy flows goes through the muscles. Hence, the muscular system has an extremely important integrative function (figure 1).



Слика 1. Функције мишићног система

Figure 1. Functions of the muscular system

Убрзан губитак мишићне масе са годинама назива се саркопенија. Особе старије од 40 година, на сваких 10 година губе од 3 до 8% мишићне масе [2]. То значи да се за 30 година, односно до 60–70. године живота, може изгубити 30% мишићног ткива.

Rapid loss of muscle mass with age is called sarcopenia. Individuals over the age of 40 lose 3 to 8% of their muscle mass every 10 years [2]. This means that, over the period of 30 years, or by the age of 60–70, 30% of muscle tissue can be lost.

Са старењем се, поред губитка мишићне масе (саркопенија), убрзано губи снага мишићних контракција (динапенија) и губи се и брзина мишићних контракција (кратопенија).

With aging, in addition to muscle mass loss (sarcopenia), the strength of muscle contractions is rapidly lost as well (dynapenia), as is the speed of muscle contractions (cratopenia).

Ови процеси се не одвијају истом динамиком – најчешће се дешава да снага мишићних контракција опада брже него губитак мишићне масе [3]. Зато је важно познавати физиолошке законитости ових процеса и систематски примењивати одговарајуће системе и програме вежби, уз адекватну суплементацију, исхрану и систем детоксикације организма, који ће успорити процесе старења и дуже сачувати мишићну масу и њене способности да генерише одговарајућу мишићну силу и брзину мишићних контракција.

These processes do not take place at the same rate – most often the strength of muscle contractions decreases faster than the loss of muscle mass [3]. This is why it is important to be familiar with the physiological laws of these processes and to systematically apply appropriate exercise systems and programs, with adequate supplementation, nutrition and detoxification of the body, which will slow down the aging processes and preserve muscle mass longer, together with its ability to generate adequate muscle force and speed of muscle contractions.

Међутим, доказано је да су мишићи динамичан ендокрини орган који током мишићних контракција (смењивања напрезања и лабављења) производи велику количину протеина – миокина (биолошки активних суп-

However, it has been proven that muscles are a dynamic endocrine organ: during muscle contractions (alternating contraction and relaxation), the muscle produces a large amount of proteins – myokines (biologically active sub-

станции) који помажу у обнављању мишићне масе, одржавају способности мишића да генеришу силу, нормализују активност свих органа и органских система и обнављају ендокрину и имуни систем.

Мишићни систем је једини орган којим човек може непосредно да управља (соматски нервни систем) својом вољом. Сви други органи су под контролом вегетативног нервног система, њима човек не може својеволјно и непосредно да управља (може делимично, али преко мишићног система).

Мишићи су динамичан ендокрини орган, они преко свог комуникационог система (миокина) директно утичу и нормализују активност других органа: ЦНС, кардиоваскуларног и дисајног система, ендокрине органе, пробавне и друге органе. Скелетни мишићи, у току систематских контракција и лабављења, луче циркулишуће биолошки активне материје – миокине, који се укључују у различите процесе ћелијске сигнализације. У току интензивне мишићне активности продукује се преко 200 врста протеина – миокина. Занимљиво је да је први миокин регистрован 2003. године, а 2008. године описано је клиничко стање саркопеније, и данас се интензивно изучавају функције и механизми деловања појединих миокина. Миокини имају аутокрине, паракрине и ендокрине функције, служе као критични регулатори миогене диференцијације, промене типа влакана и одржавања мишићне масе [4]. Миокини значајно утичу на енергетски метаболизам и запаљењске процесе, на превенцију патофизиологије дијабетеса типа 2 и других метаболичких болести [5].

Међутим, у току неактивности у мишићима се производе миостатини, који остварују супротан ефекат од миокина – успоравају миогенезу (обнављање мишићних влакана) [6]. Скелетни мишићи су витални за метаболизам и физиологију, и играју кључну улогу у одлагању глукозе посредством инсулина.

Миокиони значајно утичу на панкреас (лучење инсулина) и дигестивни тракт [5]. До сада је утврђено да поједини миокини поред осталог комуницирају са моторним деловима коре мозга, хипоталамусом – центром за меморију, као и центром за моторну активност, да битно утичу на способност човека да учи и памти – значи да утичу на когнитивне функције.

Нажалост, старије особе не обраћају дужну пажњу на свој мишићни систем, занемарују потребе организма за кретањем. Заборављају на максимум да човек што је старији мора више да се креће да би био на истом месту. Без систематске свакодневне мишићне актив-

stances) that help restore muscle mass, maintain the muscle's ability to generate force, normalize the activity of all organs and organ systems, and restore the endocrine and immune system.

The muscular system is the only organ that an individual can directly and willingly control (through the somatic nervous system). All other organs are under the control of the vegetative nervous system, meaning that the individual cannot control them willingly and directly (they can be partially influenced, but only through the muscular system).

Muscles are a dynamic endocrine organ, directly affecting and normalising the activity of other organs through their communication system (myokines): CNS, cardiovascular and respiratory systems, endocrine organs, digestive and other organs. In the course of systematic contractions and relaxations, skeletal muscles secrete circulating biologically active substances - myokines, which are involved in different cellular signalling processes. During intense muscle activity, over 200 types of myokines are produced. Interestingly, the first myokine was registered in 2003, while the clinical condition of sarcopenia was described in 2008. Today, the functions and mechanisms of action of individual myokines are intensively studied. Myokines have autocrine, paracrine, and endocrine functions, serving as critical regulators of myogenic differentiation, fibre type change, and muscle mass maintenance [4]. Myokines have a significant impact on energy metabolism and inflammatory processes, as well as on the prevention of pathophysiological processes leading to type 2 diabetes and other metabolic diseases [5].

However, during muscle inactivity, the muscles produce myostatins, which have the opposite effect to myokines – they slow down myogenesis (restoration of muscle fibres) [6]. Skeletal muscles are vital to metabolism and physiology and play a key role in the delay of glucose uptake through insulin.

Myokines have a significant effect on the pancreas (insulin secretion) and the digestive tract [5]. So far, it has been found that individual myokines interact, inter alia, with the motor regions of the cerebral cortex, the hypothalamus – the memory centre, as well as the motor activity centre, to significantly affect the person's ability to learn and remember, hence affecting cognitive functions.

Unfortunately, older individuals do not pay due attention to their muscular system, neglecting the body's need for movement. They forget about the maxim that the older one gets, the more one has to move to stay in the same place. Without consistent daily muscle activity, the muscular sys-

ности, хипотрофира мишићни систем [7], што се негативно одражава за све органе и системе организма, убрзавају се процеси старења, стресни хормони се не сагоревају (изостаје друга фаза стреса) што се манифестује негативним последицама стресних пренапрезања, на психичке, менталне, кардиоваскуларне и друге здравствене проблеме.

Полуживот мишићних беланчевина је 30 дана – то значи да сваких 30 дана губимо 50% своје мишићне масе (катаболизам), истовремено се врши ресинтеза мишићних беланчевина (анаболизам), али интензитет анаболизма зависи од вежбања (снабдевања кисеоником, хранљивим материјама) [8, 9]. Код старијих особа процес губитка мишићне масе – саркопенија се повећава, па се може успорити само систематском реализацијом одговарајућих модела тренажних програма за мишиће ногу и друге велике мишићне групе (рамени појас и руке, мишиће трупа) [7].

Према томе, миокини – биолошки активне супстанце које продукују мишићи у току одговарајуће мишићне активности комплексно утичу на све органе, на све функције нашег организма, на имунитет, на здравствено стање човека и квалитет живота [10].

Мишићи ногу представљају значајан део укупне телесне мускулатуре, али су исто тако важни и сви скелетни мишићи. Свих 639 мишића чине систем скелетне мускулатуре, која условно чини тријаду здравља – три спрата мишића:

- мишићи ногу хране цело тело, посебно органе карлице,
- мишићи трбуха и леђа и бочни мишићи трупа хране унутрашње органе,
- мишићи руку, раменог појаса и вратног дела кичме (136 мишића) хране мозак.

Мускулатура ногу и карличног појаса чини 40% укупне скелетне мускулатуре и пресудно утиче на нормално функционисање венозног крвотока и значајно помаже у нормализацији активности кардиоваскуларног система (КВС) [11, 12]. Мускулатура ногу и карличног појаса обезбеђује нормално снабдевање крвљу и функционисање органа мале карлице. Проблеми са простатитисом могу бити узроковани слабом циркулацијом у пределу карлице. Свакодневном применом одговарајућег система вежби које оптимизују крвоток у ногама и пределу карлице смањује се ризик од појаве простатитиса [13], хемороида и других проблема повезаних са слабом циркулацијом у пределу карлице. Добра циркулација крвотока може допринети смањеној учесталости

tem hypotrophies [7], which reflects negatively on all organs and systems of the body, accelerating aging processes; stress hormones are not burned (the second stage of stress response does not take place), which is manifested by negative consequences of stress through psychological, mental, cardiovascular and other health problems.

The half-life of muscle proteins is 30 days, meaning that every 30 days we lose 50% of our muscle mass (catabolism), while at the same time muscle proteins are resynthesized (anabolism), with anabolism intensity depending on exercise (oxygen supply, nutrients) [8, 9]. In older persons, the process of muscle mass loss, or sarcopenia, increases. Therefore, it can only be slowed down by consistent implementation of appropriate training programs for leg muscles and other large muscle groups (shoulders and arms, torso and core muscles) [7].

Thus, myokines – biologically active substances produced by muscles during appropriate muscle activity – have a complex effect on all organs, on all functions of the body, on immunity, on the health of the person and their quality of life [10].

Leg muscles represent a significant part of the overall body musculature, but all skeletal muscles are important. All 639 muscles make up the skeletal muscle system, which can be said to form a triad of health – the three floors of muscle:

- leg muscles feed the whole body, especially the pelvic organs,
- muscles of the abdomen and back and lateral muscles of the trunk feed the internal organs,
- arm, shoulder and cervical spine muscles (136 muscles) feed the brain.

Leg and pelvis musculature accounts for 40% of the total skeletal musculature. It has a critical impact on normal functioning of the venous circulation and significantly facilitates the normalisation of cardiovascular system (CVS) activity [11, 12]. The musculature of the legs and pelvic girdle provides normal perfusion and the functioning of the pelvic organs. Prostate issues can be caused by poor circulation in the pelvic area. Daily implementation of an appropriate system of exercises that optimize blood flow in the legs and pelvic area reduces the risk of prostatitis [13], haemorrhoids and other issues associated with poor pelvic circulation. Good circulation can contribute to a reduced incidence of inflammatory processes.

The muscle that hypotrophies first with age and shows pronounced hypotrophy is the thigh muscle or quadriceps (*M. Quadriceps*). This is especially pronounced in women [14,

појаве инфламаторних процеса.

Мишић који први и наглашено хипотрофира са старошћу је мишић бутине (*M. Quadriceps*). То је посебно изражено код жена [14, 15] нарочито после менопаузе, јер имају доста естрогена. Хипотрофија и слабост мишића квадрицепса изгледа као цеулит, али, у ствари, ради се о хипотрофији мишића. Зато су чучњеви вежба која спречава и превенира хипотрофију овог мишића [16].

Мускулатура трупа: трбушни, леђни, бочни мишићи трупа – предњи, задњи, латерални и спирални мишићно-фасцијални ланци обезбеђује добру постуру, стабилизацију трупа која је важна за све животне, радне и спортске активности.

Мускулатура раменог појаса и руку (136 мишића руку, раменог појаса, вратног дела кичме) обезбеђује нормално снабдевање мозга кисеоником и хранљивим материјама. Спазми дубоких мишића врата компромитују крвоток у вратном делу кичме и могу узроковати хипоксију – недостатак кисеоника у мозгу, а механизмима развоја хроничног бола могу бити повезани и са развојем хипертензије [17].

У космосу се стари пет пута брже него на Земљи

Процеси адаптације – промене које се дешавају у људском телу, у условима бестежинског стања, веома су сличне процесима старења на Земљи. У свемиру мишићи брже хипотрофирају, губи се мишићна маса, слаби сила и брзина мишићне контракције, кости губе калцијум, смањује се покретљивост зглобова и нарушава се координација покрета. Те адаптационе промене негативно се одражавају и на функционисање свих других органа и функционалних система организма.

Сличне промене дешавају се и на Земљи, током природног старења, само много спорије. Основни разлог ових процеса је смањење физичке активности и стреса у мишићима. У основи је процес адаптације организма на знатно смањен обим и интензитет кинезиолошких активности, јер се организам најлакше адаптира на неактивност.

Процеси старења на Земљи се убрзавају код особа које су, у свакодневном животу, систематски изложене хипокинезији – недовољној физичкој активности. Зато је најефективнији начин превенције превременог старења систематско вежбање – свакодневна примена одговарајућег система кинезиолошких програма, уз здраву исхрану, одговарајућу суплементацију, систематску детоксикацију организма и контролу стресних пренапрезања.

[15] and particularly after menopause, due to their high oestrogen. The hypotrophy and weakness of the quadriceps muscle looks like cellulite, but is, in fact, muscle loss. That is why squats are an exercise that prevents the hypotrophy of this muscle [16].

The trunk muscles: abdominal muscles, back muscles, lateral muscles of the trunk – the anterior, posterior, lateral and spiral muscle-fascial chains provide good posture and trunk stabilization, which is important for all activities in life, work and sports.

Shoulder and arm musculature (136 muscles of the arms, shoulders and cervical spine) provides normal supply of oxygen and nutrients to the brain. Spasms of the deep neck muscles compromise circulation in the cervical spine and can cause hypoxia – lack of oxygen in the brain, and mechanisms of chronic pain development can also be associated with the development of hypertension [17].

You age five times faster in space than on Earth

The processes of adaptation – changes occurring in the human body, in conditions of weightlessness, are very similar to the processes of aging on Earth. In space, the muscles waste quicker, muscle mass is lost, the force and speed of muscle contraction wanes, the bones lose calcium, the mobility of the joints is reduced, and the coordination of movements is impaired. These adaptive changes also negatively affect the functioning of all other organs and functional systems of the body.

Similar changes occur on Earth, during natural aging, only much slower. The main reason for these processes lies in the reduction of physical activity and stress in the muscles. At its core is the process of adaptation of the body to a significantly reduced volume and intensity of kinesiological activities; adaptation to inactivity is the easiest adaptation for the body.

Aging processes on Earth are accelerated in people who, in their daily lives, are systematically exposed to hypokinesia – insufficient physical activity. This is why the most effective way to prevent premature aging is to engage in consistent exercise – daily implementation of the appropriate system of kinesiology programs, along with a healthy diet, proper supplementation, systematic detoxification of the body and control of stress burden.

On Earth, gravity represents a continuous load that the body reacts to by adapting. The musculofascial system increases the appropriate tonic load, which is accompanied by an increase in metabolic processes and the activity

Гравитација на Земљи представља континуиран систем оптерећења на који организам реагује адаптационим променама. Мишићно-фасцијални систем, повећавањем одговарајућих тонусних напрезања, који су праћени и повећавањем метаболичких процеса и активношћу свих енергетских органа, као и управљачких система (централног нервног и ендокриног система) покреће и реализује процесе адаптације. Тако сâм боравак на Земљи, у односу на боравак у космосу, представља специфичан систем тренажних оптерећења, као последица гравитације, што и изазива одговарајуће адаптационе промене.

Веома је важно да мишићи имају способност да се могу опоравити, ревитализовати у сваком узрасту и у сваком стању. Потребно је да се мишићи правилно систематски активирају кроз одговарајући систем вежби снаге са акцентовањем на дијафрагмално дисање. Колико ће дуго трајати опоравак мишића зависи од узраста, степена запуштености мускулатуре и систематичности и упорности примене одговарајућих модела вежби.

Пет најзначајнијих витамина који помажу у одржавању способности и функција мишића

Упоредо са систематским вежбањем и одржавањем функција свих мишића, веома је важно обезбедити и витаминску подршку одржавању функција мишићног система.

Пет витамина који значајно утичу на здравље мишића ногу, функционисање стопала, зглобова колена и карлице обезбеђујући слободу и безбедност кретања без обзира на године су: витамин Д, витамин Б12, витамин Ц, витамин К и витамин Е.

Витамин Д

Витамин Д је стероидима сличан витамин растворљив у мастима, који функционише као прохормон и помаже у различитим процесима (нпр. у апсорпцији и метаболизму калцијума и фосфора, подстичући здравље костију). Такође, витамин Д утиче на раст мишића под утицајем нивоа тестостерона [18].

Студије су показале да је један од механизма утицаја витамина Д на раст смањивање количине миостатина у мишићним ћелијама. Поред директног смањења миостатина, показало се да витамин Д то чини и индиректно: повећавајући нивое фолистатина, моћног инхибитора миостатина [19].

Витамин Д игра кључну улогу у свакодневном функци-

of all energy-producing organs, as well as all control systems (central nervous and endocrine systems), which initiates and subsequently implements adaptation processes. Thus, spending time on Earth, compared to being in space, represents a specific training load in itself, as a result of gravity, which causes appropriate adaptation changes.

It is very important that the muscles have the ability to recover and revitalize at any age and in any condition. Muscles must be properly and consistently activated through an appropriate system of resistance exercises with emphasis on diaphragmatic breathing. How long the muscle recovery will last depends on the age, degree of musculature wasting and consistency and persistence of performing appropriate models of exercises.

The five most important vitamins that help maintain muscle capacity and function

In addition to consistent exercise and maintaining the functions of all muscles, it is very important to provide vitamin support to maintain the functions of the muscular system.

Five vitamins that significantly affect the health of leg muscles, the functioning of the feet, knee joints and the pelvis, ensuring the freedom and safety of movement regardless of age are: vitamin D, vitamin B12, vitamin C, vitamin K and vitamin E.

Vitamin D

Vitamin D is a steroid-like fat-soluble vitamin, acting as a prohormone and supporting various processes (e.g. calcium and phosphorus absorption and metabolism, encouraging bone health). In addition, vitamin D affects muscle growth under the influence of testosterone levels [18].

Studies have shown that one of the mechanisms of vitamin D action on growth involves reducing myostatin levels in muscle cells. In addition to the direct reduction of myostatin, vitamin D has been shown to also have an indirect myostatin reduction mechanism, by increasing the levels of follistatin, a powerful myostatin inhibitor [19].

Vitamin D plays a key role in the daily functioning of our legs. In winter, when sun is scarce, joint pains are common. Vitamin D deficiency leads to weakening of the bones, making them brittle and prone to fractures. This is especially true for the hip and knee joints, which are the foundation of safe mobility.

In addition, vitamin D takes active part in muscle function. Thanks to vitamin D, the muscles receive accurate signals

онисању наших ногу. Зими, када је мало Сунца, често се јављају болови у зглобовима. Недостатак витамина Д доводи до слабљења костију, чинећи их крхким и склонијим ломовима. Ово посебно важи за кости кука и зглобове колена, који су основа безбедне мобилности.

Поред тога, витамин Д активно учествује у раду мишића. Захваљујући витамину Д мишићи добијају тачне сигнале од нервног система, јаче се контрахују и брже се опорављају [20]. На недостатак витамина Д указује:

- стални замор у ногама,
- слабост и тешкоће приликом устајања,
- бол у мишићима без икаквог разлога.

Витамин Д функционише уско са калцијумом, помаже његову апсорпцију из хране и уградњу у кости, што је од посебног значаја за здравље ногу.

Витамин Д утиче и на расположење и мотивацију за кретање, стога се оптимални нивои витамина Д доводе у везу са осећајем „налета енергије“ и жељом за физичком активношћу. Витамин Д доприноси здрављу ногу, а тиме посредно и повећаној количини кретања чиме се добија више витамина Д.

Са старењем опада способност коже да производи витамин Д. Након 60. године, тело производи приближно 50% мање витамина Д уз исту количину Сунчеве светлости. Стога, обезбеђивање довољних нивоа овог витамина постаје још важније са старењем.

Витамин Б12

Витамин Б12 је „невидљиво гориво“ за мишиће.

Осећај тежине у ногама и осећај замора ујутру може бити последица непрепознатог недостатка витамина Б12, енергетског центра за мишиће ногу. Витамин Б12 делује у организму као „невидљиви проводник“ који координира хармоничну активност нервних и мишићних ћелија.

Без оптималне количине витамина Б12 мишићи ногу се брзо умарају, изазивајући непријатне трнце, утрнулост, па чак и сметње у ходу. Витамин Б12 је неопходан за стварање мијелинског омотача, заштитног слоја око нервних влакана. Оштећења мијелинског омотача нарушавају нормално преношење сигнала између моторних центара у кори мозга и мишића ногу. Последица је нарушавање координације, неспретност покрета, трзање мишића, па чак и губитак равнотеже. Поред тога, Б12 је директно укључен у формирање црвених крвних зрнаца која испоручују кисеоник мишићима ногу.

from the nervous system, achieve stronger contractions and recover faster [20]. A vitamin D deficiency is indicated by:

- constant leg fatigue,
- weakness and difficulty getting up,
- muscle pain without a cause.

Vitamin D works closely with calcium, helping its absorption from food and integration into the bones, which is of particular importance for leg health.

Vitamin D also affects mood and motivation for movement, with optimal levels of vitamin D being associated with a feeling of an “energy surge” and a desire for physical activity. Vitamin D contributes to leg health, and thus indirectly to increased movement, which, in turn, leads to obtaining more vitamin D.

The skin’s ability to produce vitamin D declines with age. After 60, the body produces approximately 50% less vitamin D with the same sunlight exposure. Therefore, ensuring sufficient levels of this vitamin becomes even more important with age.

Vitamin B12

Vitamin B12 is an “invisible fuel” for muscles.

The feeling of heaviness in the legs and morning fatigue may be due to an unrecognized deficiency of vitamin B12, a core energy element for leg muscles. Vitamin B12 acts as an “invisible conductor” in the body, coordinating the activity of neurons and muscle cells.

Without optimal vitamin B12 levels, leg muscles tire quickly, causing unpleasant tingling, numbness, and even affecting gait. Vitamin B12 is necessary for the synthesis of the myelin sheath, the protective layer surrounding nerve fibres. Damage to the myelin sheath disrupts the normal transmission of signals between the motor centres in the cortex of the brain and the leg muscles. As a consequence, coordination is disrupted, movements are clumsy, muscles are twitching, and there can even be a loss of balance. In addition, B12 is directly involved in the production of red blood cells that deliver oxygen to leg muscles.

People over the age of 50 are particularly sensitive to vitamin B12 deficiency [21]. With age, the stomach produces lower quantities of the internal factor needed to absorb this vitamin from food. According to research, about 30% of individuals over the age of 60 are deficient in vitamin B12 without being aware of it. Vegetarians and vegans are also at risk, as the main sources of vitamin B12 are animal

Особе старије од 50 година су посебно осетљиве на недостатак витамина Б12 [21]. Са годинама, желудац производи мање унутрашњег фактора потребног за апсорпцију овог витамина из хране. Према истраживањима, око 30% људи старијих од 60 година има низак ниво витамина Б12, а да то и не знају. Вегетаријанци и вегани су такође у опасности, јер су главни извори витамина Б12 животињски производи, месо, риба, јаја и млечни производи.

Чак и уз адекватан унос витамина Б12 из хране, неки лекови могу ометати његову апсорпцију, укључујући лекове за дијабетес, антациде и неке антибиотике.

Знаци недостатка витамина Б12 у ногама су прилично карактеристични, обично почињу благим пецкањем или пузањем, посебно у стопалима, затим се може јавити утрнулост, нестабилност при ходу, брз замор мишића, у узнапредовалим случајевима могуће је и нарушавање нормалног хода.

Витамин Б12 игра кључну улогу у многим важним функцијама у телу. Знаци недостатка витамина Б12 могу се манифестовати на различите начине, од слабости мишића и брзог замора до озбиљнијих симптома као што је периферна неуропатија (оштећење нерава екстремитета) која се посебно манифестује честим грчевима у подколеницама, посебно ноћу, осећајем мравињања, осећајем печења у стопалима, посебно појачаним увече, симетричном утрнулости прстију.

Витамин Ц

Витамин Ц је од значаја за заштиту вена и артерија. За очување здравих ногу пресудан је нормалан крвоток у ногама, значи здрав артеријски и венски крвоток. Пре свега, витамин Ц је неопходан за производњу колагена, протеина који је главни градивни материјал за зидове крвних судова.

Са старошћу се смањује синтеза колагена, па у недостатку витамина Ц крвни судови постају крхки и губе еластичност. Ово се посебно манифестује у крвним судовима ногу, појављује се оток, тежина, паукове вене и, у тешким случајевима, проширене вене. Витамин Ц побољшава микроциркулацију крви, кретање крви кроз најмање капиларе. Управо поремећај микроциркулације често постаје узрок тежине у ногама, грчева, па чак и трофичних чирева код старијих особа. Друга важна улога витамина Ц је заштита крвних судова од оксидативног стреса, деловања слободних радикала који настају као резултат метаболизма и излагања спољним факторима, и који оштећују зидове крвних судова, чинећи их пропуснијим и крхким [22].

products, meat, fish, eggs and dairy products.

Even with adequate intake of vitamin B12 from food, some medications may interfere with its absorption, including diabetes medications, antacids, and some antibiotics.

Signs of vitamin B12 deficiency in the legs are quite characteristic, usually beginning with a mild tingling or crawling sensation, especially in the feet, followed by numbness, instability when walking, rapid muscle fatigue, and in advanced cases, walking may even be impaired.

Vitamin B12 plays a key role in many important functions in the body. Signs of vitamin B12 deficiency can present in different ways, from muscle weakness and rapid onset fatigue to more serious symptoms such as peripheral neuropathy (damage to the nerves of the extremities), which is especially manifested by frequent cramps in the lower legs, especially at night, feelings of tingling, feelings of burning in the feet that get worse in the evening, and symmetrical numbness of the digits.

Vitamin C

Vitamin C is important for the protection of veins and arteries. Normal blood flow in the legs, meaning healthy arterial and venous circulation, is crucial for maintaining leg health. Firstly, vitamin C is necessary for the production of collagen, the protein that is the main building block of blood vessel walls.

Collagen synthesis decreases with age, so in the absence of vitamin C, the blood vessels become fragile and lose elasticity. This is especially manifested in the leg blood vessels, presenting as swelling, the feeling of heaviness in the legs, spider veins and, in severe cases, varicose veins. Vitamin C improves blood microcirculation, the movement of blood through the smallest capillaries. It is precisely the disrupted microcirculation that often becomes the cause of heaviness in the legs, cramps, and even trophic ulcers in older persons. Another important role of vitamin C is to protect blood vessels from oxidative stress, the action of free radicals that arise as the result of metabolism and exposure to external factors, which damage the vascular walls, making them more permeable and fragile [22].

Vitamin K

Vitamin K is necessary for the process of blood clotting and the formation of bone tissue. It has a function in the prevention of osteoporosis. The main role of vitamin K in maintaining healthy feet is associated with its ability to regulate the distribution of calcium in the body. Calcium is a key building material for bones, and vitamin K plays a regulating role, ensuring that all material is delivered to

Витамин К

Витамин К је неопходан за процес згрушавања крви и формирање коштаног ткива. Делује у превенцији остеопорозе. Главна улога витамина К у одржавању здравих стопала је повезана са његовом способношћу да регулише дистрибуцију калцијума у телу. Калцијум је кључни градивни материјал за кости, а витамин К има улогу регулатора који обезбеђује да сав материјал стигне тамо где је потребан. Без довољно витамина К, калцијум се може депоновати у меким ткивима и зидовима судова уместо јачања костију [23].

Витамин К је посебно важан за жене након менопаузе, када се ризик од остеопорозе значајно повећава. Истраживања показују да жене са адекватним нивоом витамина К имају 30% мање прелома кука, једног од најопаснијих прелома везаних за узраст који често доводи до инвалидитета [24].

Витамин К омогућава процес коагулације (згрушавања) крви, спречава неконтролисане процесе таложења калцијума у бубрегу и мокраћном систему, крвним судовима и хрскавици, док истовремено омогућава стварање здравих костију. Будући да у свим тим процесима учествује калцијум, витамин К називамо мајстором калцијума. Витамин К представља један од кључних, али често занемарених, нутријената у људском организму. Иако је његова примарна функција згрушавање крви (коагулација), витамин К игра виталну улогу и у очувању здравља костију, срца и крвних судова. Витамин К је растворљив у мастима и есенцијалан је за синтезу протеина, који су задужени за коагулацију крви. Осим тога, он има значајну улогу за кости и друга ткива. Његов дефицит може довести до повећаног ризика од остеопорозе и срчаних обољења, што указује на његов значај за опште здравствено стање.

Индиректни симптоми недостатка овог витамина су најчешће: повећана крхкост костију, споро зарастање прелома, честе модрице чак и од мањих удараца у комбинацији са боловима у ногама током вежбања.

Зелено лиснато поврће садржи витамин К1: спанаћ, купус, посебно коврцаво зеље, першун и зелена салата, ферментисана соја, тврди сиреви, жуманца, јетра и нека ферментисана храна.

Витамин Е

Витамин Е је моћан антиоксиданс који утиче на стање мишића, зглобова и крвних судова ногу. Витамин Е штити ткива ногу од запаљенских процеса, који су главни узрок бола и нелагодности.

where it is needed. Without sufficient vitamin K, calcium can be deposited in soft tissues and vascular walls, instead of strengthening bones [23].

Vitamin K is especially important for women after menopause, when the risk of osteoporosis increases significantly. Research shows that women with adequate vitamin K levels have 30% fewer hip fractures, one of the most dangerous age-related fractures that often lead to disability [24].

Vitamin K enables the process of coagulation (clotting) of the blood, prevents uncontrolled deposition of calcium in the kidneys and urinary system, blood vessels and cartilage, while at the same time allowing the formation of healthy bones. Since calcium is involved in all these processes, vitamin K is referred to as the master of calcium. Vitamin K is one of the key, but often overlooked, nutrients in the human body. Although its primary function is blood clotting (coagulation), vitamin K plays a vital role in maintaining the health of bones, heart and blood vessels. Vitamin K is fat soluble and is essential for the synthesis of proteins involved in blood coagulation. In addition, it plays a significant role for bones and other tissues. Its deficiency can lead to an increased risk of osteoporosis and heart disease, emphasizing its importance for general health.

Indirect symptoms of a deficiency of this vitamin are usually increased bone brittleness, slow healing of fractures, frequent bruising even from minor bumps, in combination with leg pain during exercise.

Green leafy vegetables contain vitamin K1: spinach, cabbage, especially kale, parsley and lettuce, fermented soy, hard cheeses, egg yolk, liver and some fermented foods.

Vitamin E

Vitamin E is a powerful antioxidant affecting muscles, joints and blood vessels of the legs. Vitamin E protects leg tissues from inflammatory processes, which are the main cause of pain and discomfort.

The so-called chronic low-level inflammation increases with age. This process affects all tissues, but it is especially noticeable in leg joints and muscles, as they are constantly exposed to stress. This results in morning stiffness, pain when moving, and rapid onset fatigue. Vitamin E can significantly reduce the intensity of inflammatory reactions, acting as a natural anti-inflammatory preparation.

The role of vitamin E is especially important for the protection of muscle cell membranes. During physical exertion, free radicals, aggressive molecules that damage cell structures, are formed in the muscles. This is a natural process, but with age the efficiency of our internal antioxidant sys-

Са годинама се у телу повећава такозвана хронична упала ниског интензитета. Овај процес утиче на сва ткива, али је посебно приметан у зглобовима и мишићима ногу, који доживљавају стални стрес. Резултат је јутарња укоченост, бол при кретању, брз замор. Витамин Е може значајно смањити интензитет инфламаторних реакција, делујући као природни противупални препарат.

Улога витамина Е је посебно важна за заштиту мембрана мишићних ћелија. Током физичког напора у мишићима се стварају слободни радикали, агресивни молекули који оштећују ћелијске структуре. Ово је природан процес, али са годинама наш унутрашњи антиоксидативни систем ради све мање и мање ефикасно. Витамин Е је уграђен у ћелијске мембране и штити их од оксидативног оштећења, што помаже мишићима ногу да се брже опораве након вежбања и смањује вероватноћу микротрауме.

Истраживања показују да адекватни нивои витамина Е у телу могу да смање ризик од развоја периферне неуропатије, стања у којем се нерви у ногама оштећују, што доводи до утрнулости, пецкања и нарушавања координације. Ово се посебно односи на особе са дијабетесом, код којих постоји посебно висок ризик од развоја неуропатије [25].

Још једна важна функција витамина Е је одржавање здраве коже на стопалима. Сувоћа, љуштење, споро зарастање малих пукотина и рана – све ово може бити знак недовољног уноса овог витамина. Уље пшеничних клица, богато витамином Е, често се користи у производима за негу коже стопала управо због својих регенеративних својстава.

Занимљиво је да витамин Е делује у садејству са другим антиоксидансима, посебно витамином Ц и селеном и коензимом Q10. Заједно стварају снажан заштитни систем који спречава оштећење ткива ногу слободним радикалима.

Миостатин

Миостатин је снажан регулатор који утиче на величину мишића и члан групе фактора раста познате као трансформишући фактор раста бета (TGF-beta). Миостатин (иако и сам спада у факторе раста) заправо смањује раст мишића и подстиче хипотрофију тако што спречава образовање нових мишићних влакана (миогенезу) и тако што смањује синтезу мишићних протеина покренуту од стране ензима mTOR из групе протеин киназа.

Миостатин повећава и резерве телесних масти, смањењем осетљивости организма на хормон лептин. Лептин

tem decreases. Vitamin E is embedded in cell membranes and protects them from oxidative damage, which helps leg muscles recover faster after exercise and reduces the likelihood of microtrauma.

Research shows that adequate vitamin E levels in the body can reduce the risk of developing peripheral neuropathy, a condition in which the nerves in the legs are damaged, leading to numbness, tingling and impaired coordination. This is especially true for people with diabetes, who are at a particularly high risk of developing neuropathy [25].

Another important function of vitamin E is maintaining healthy feet skin. Dryness, flaking, slow healing of small cracks and wounds – all this can be a sign of insufficient intake of this vitamin. Wheat germ oil, rich in vitamin E, is often used in foot skin care products precisely because of its regenerative properties.

Interestingly, vitamin E works in conjunction with other antioxidants, especially vitamin C, selenium and coenzyme Q10. Together they create a powerful protective system that prevents free radical damage to leg tissues.

Myostatin

Myostatin is a powerful regulator that affects muscle size. It is a member of a group of growth factors known as the transforming growth factors beta (TGF-beta). Myostatin (despite being a growth factor itself) actually reduces muscle growth and promotes hypotrophy by preventing the formation of new muscle fibres (myogenesis) and by reducing muscle protein synthesis initiated by mTOR enzymes, enzymes belonging to protein kinases.

Myostatin also increases body fat reserves, reducing the body's sensitivity to the hormone leptin. Leptin is a signal to the brain to reduce appetite while simultaneously triggering the breakdown of fatty acids, so reduced leptin sensitivity (caused by myostatin) leads to increased food intake, reducing fat burning and leading to unwanted fat storage. Reduction of myostatin activity can lead to the increase in muscle mass while reducing body fat.

Research suggests several different and simple ways to decrease myostatin action. A diet coupled with creatine, vitamin D and E supplementation, combined with low-intensity cardio training, leads to powerful inhibition of myostatin in its muscle destruction activity, as well as maximizing muscle growth and fat loss [26].

представља сигнал мозгу да смањи апетит уз истовремено покретање разлагања масних киселина, па смањена осетљивост на лептин (деловањем миостатина) доводи до повећаног уноса хране смањујући трошење масноћа и доводећи до нежељених масних наслага. Смањењем активности миостатина може се утицати на повећање мишићне масе уз смањење телесних масноћа.

Истраживања указују на неколико различитих и једноставних начина за слабљење миостатина. Исхрана уз суплементацију креатином, витамином Д и Е, у комбинацији са кардио тренингом ниског интензитета, води моћној инхибицији миостатина у његовој активности уништавања мишића, као и максимизацији мишићног раста и губитку масног ткива [26].

Литература / References

1. Beaudart C, Zaaria M, Pasleau F, Reginster J-Y, Bruyère O. Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2017; 12(1):e0169548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169548>
2. English KL, Paddon-Jones D. Protecting muscle mass and function in older adults during bed rest *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010; 13(1):34–9. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328333aa66>
3. Sanchez-Tocino ML, Cigarrán S, Ureña P, González-Casaus ML, Mas-Fontao S, Gracia-Iguacel C et. al. Definition and evolution of the concept of sarcopenia. *Nefrologia (Engl Ed)*. 2024; 44(3):323-330. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2023.08.007>
4. Ramírez-Vélez R, González A, García-Hermoso A, Latasa Amézqueta I, Izquierdo M, Díez J. Revisiting skeletal myopathy and exercise training in heart failure: Emerging role of myokines. *Metabolism*. 2023; 138:155348. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2022.155348>
5. Balakrishnan R, Thurmond DC. Mechanisms by Which Skeletal Muscle Myokines Ameliorate Insulin Resistance. *Int J Mol Sci*. 2022; 23(9):4636. <https://doi.org/10.3390/ijms23094636>.
6. Omosule CL, Phillips CL. Deciphering Myostatin's Regulatory, Metabolic, and Developmental Influence in Skeletal Diseases. *Front Genet*. 2021; 29:12:662908. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.662908>. eCollection 2021.
7. Lee S-Y, Tung H-H, Liu C-Y, Chen L-K. Physical Activity and Sarcopenia in the Geriatric Population: A Systematic Review. *J Am Med Dir Assoc*. 2018; 19(5):378–83. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.02.003>
8. Blagajac M. Scientific-theoretical and methodological basics and characteristics of preventive and health enhancing kinesiology programmes. *Glasnik javnog zdravlja [Serbian Journal of Public Health]*. 2024; 98(3):224–34. <https://doi.org/10.5937/serbjph2403224B>
9. Blagajac m. Kako upravljati programima sportske rekreacije zdravstveno-preventivne usmerenosti [How to manage sports recreation programmes with a health-preventive focus], *Zbornih radova sa stručnog skupa, Aasocojacija „Sport za sve”, Beograd, 2024. Serbian.*
10. Shen Y, Shi Q, Nong K, Li S, Yue J, Huang J. Exercise for sarcopenia in older people: A systematic review and network meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2023; 14(3):1199–211. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13225>
11. Recek C. Calf Pump Activity Influencing Venous Hemodynamics in the Lower Extremity. *Int J Angiol*. 2013; 22(1):23–30. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1334092>
12. Tauraginskii RA, Lurie F, Simakov S, Agalarov R, Khramtsov P, Babushkin M, et. al. The human lower leg muscle pump functions as a flow diverter pump, maintaining low ambulatory venous pressures during locomotion. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2025; 13(1):101996. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2024.101996>

13. Zhang R, Chomistek AK, Dimitrakoff JD, Giovannucci EL, Willett WC, Rosner BA. Physical Activity and Chronic Prostatitis/Chronic Pelvic Pain Syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2015; 47(4):757–64. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000472>
14. Mizuno T, Matsui Y, Tomida M, Suzuki Y, Nishita Y, Tange C, et al. Differences in the mass and quality of the quadriceps with age and sex and their relationships with knee extension strength. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2021; 12(4):900–12. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12715>
15. Naruse M, Trappe S, Trappe TA. Human skeletal muscle-specific atrophy with aging: a comprehensive review. *J Appl Physiol.* 2023; 134(4):900–14. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00768.2022>
16. Ribeiro AS, Santos ED, Nunes JP, Nascimento MA, Graça A, Bezerra ES, et al. A Brief Review on the Effects of the Squat Exercise on Lower-Limb Muscle Hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal.* 2023; 45(1): 58–66. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000709>
17. Itoki K, Kurokawa R, Shingo T, Kim P. Effect of Myoarchitectonic Spinolaminoplasty on Concurrent Hypertension in Patients With Cervical Spondylotic Myelopathy. *Neurospine.* 2018; 15(1):77–85. <https://doi.org/10.14245/ns.1836020.010>
18. Yang A, Lv Q, Han Z, Dai S, Li Y, Hao M, et al. The Effects of Vitamin D on Muscle Strength Are Influenced by Testosterone Levels. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2025; 16(1):e13733. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13733>
19. Garcia M, Seelaender M, Sotiropoulos A, Coletti D, Lancha AH. Vitamin D, muscle recovery, sarcopenia, cachexia, and muscle atrophy. *Nutrition.* 2019; 60:66–9. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.09.031>
20. Hamilton B. Vitamin d and athletic performance: the potential role of muscle. *Asian J Sports Med.* 2011; 2(4):211-9. <https://doi.org/10.5812/asjism.34736>
21. Dekker MJHJ, Heerdink GC, Plattel CHM. Vitamin B12 Deficiency-Induced Neuropathy and Cognitive and Motor Impairment in the Elderly: A Case Study. *Food and Nutrition Bulletin.* 2024; 45(1_suppl):S53-S57. <https://doi.org/10.1177/03795721241226886>
22. May JM, Harrison FE. Role of vitamin C in the function of the vascular endothelium. *Antioxid Redox Signal.* 2013; 19(17):2068-83. <https://doi.org/10.1089/ars.2013.5205>
23. Dai L, Li L, Erlandsson H, Jaminon AMG, Qureshi AR, Ripsweiden J, et al. Functional vitamin K insufficiency, vascular calcification and mortality in advanced chronic kidney disease: A cohort study. *PLoS One.* 2021; 16(2):e0247623. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247623>
24. Sim M, Strydom A, Blekkenhorst LC, Bondonno NP, McCormick R, Lim WH, et al. Dietary Vitamin K1 intake is associated with lower long-term fracture-related hospitalization risk: the Perth longitudinal study of ageing women. *Food Funct.* 2022; 13(20):10642–50. <https://doi.org/10.1039/d2fo02494b>
25. Okdahl T, Brock C. Molecular Aspects in the Potential of Vitamins and Supplements for Treating Diabetic Neuropathy. *Curr Diab Rep.* 2021; 21(9):31. <https://doi.org/10.1007/s11892-021-01397-1>
26. Micielska K, Flis M, Kortas JA, Rodziewicz-Flis E, Antosiewicz J, Wochna K, et al. Nordic Walking Rather Than High Intensity Interval Training Reduced Myostatin Concentration More Effectively in Elderly Subjects and the Range of This Drop Was Modified by Metabolites of Vitamin D. *Nutrients.* 2021; 13(12):4393. <https://doi.org/10.3390/nu13124393>



Примљено / Received

8. 5. 2025.

Ревидирано / Revised

15. 6. 2025.

Прихваћено / Accepted

16. 6. 2025.

Кореспонденција / Correspondence

Митхат Благајац – Mithat Blagajac

mitablagajac@gmail.com