Факултет за физичко образование, спорт и здравје при Универзитетот "Св. Кирил и Методиј" во Скопје.

КОНДИЦИЈА

Стручно списание за физичко образование, спорт и здравје

ISSN 1857 - 9620 (Print)
ISSN 1857 - 8196 (Online)
Година 11, Број 20, 2024.

PARIS 2024

ИЗДАВАЧ:

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

Главен уредник:

Ленче А. Величковска

Уредници:

Борче Даскаловски
Андријана Мисовски

Уредувачки одбор:

Вујица Живковиќ
Роберт Христовски
Душко Иванов
Јоско Миленкоски
Зоран Радиќ
Александар Туфекчиевски
Милан Наумовски
Гино Стрезовски
Жарко Костовски
Орце Митевски
Георги Георгиев
Ицко Ѓорговски
Горан Ајдински
Лидија Тодоровска
Горан Ајдински
Лена Дамоска
Небојша Марковски
Даниела Шукова Стојмановска
Ванчо Поп-Петровски
Иван Анастасовски
Горан Никовски
Митричка Џ. Старделова
Илија Клинчаров
Александар Ацески
Серјожа Гонтарев
Руждија Калач
Александар Симеонов
Катерина Спасовска
Владимир Вуксановиќ
Наташа Мешковска
Зоран Поповски
Слободан Николиќ
Влатко Неделковски
Томислав Андоновски
Горан Милковски
Лазар Нанев
Жикица Тасевски
Бранко Крстевски
Славица Новачевска
Јана Каршаковска Димитриоска
Ристо Стаменов
Сашо Тодоровски
Марко Стевановски
Лука Поповски

Уредувачки совет:

Milan Žvan, (Republic of Slovenia)
Matej Tuešek, (Republic of Slovenia)
Lubiša Lazarević, (Republic of Serbia)
Dejan Madić, (Republic of Serbia)
Milovan Bratić, (Republic of Serbia)
Saša Milenković, (Republic of Serbia)
Miodrag Kocić, (Republic of Serbia)
Igor Jukić, (Republik of Croatia)
Angel Ric (Spain)
Luka Milanović, (Republic of Serbia)
Josip Maleš, (Republic of Croatia)
Duško Bjelica, (Montenegro)
Ljudmil Petrov (Republic of Bulgaria)
Munir Talović (BIH, Sarajevo)
Izet Rađo (BIH, Sarajevo)
Milan Čoh (Republic of Slovenia)
Munir Talović (BIH, Sarajevo)
Borislav Obradović, (Republic of Serbia)
Jelena Obradovi, (Republic of Serbia)

Технички уредник

Александар Ацески

Лектура

Дарко Темелкоски

Печати:

Бомат графикс

Кондиција

С О Д Р Ж И Н А

Кондиција

ЧОВЕЧКИ ТЕТИВИ: АНАТОМСКИ И БИОМЕХАНИЧКИ ОСНОВИ

УДК: 796.012.11:616.757

Христијан Смоковски
Факултет за физичко образование, спорт и здравје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“-Скопје,
Македонија
е-пошта: smokovski4@gmail.com

АПСТРАКТ

Тетивите се главно фиброзно сврзно ткиво кое е изградено од колаген кој е најзастапен протеин кај човекот. Тие се составен дел на локомоторниот систем на човекот и имаат многу важна улога во неговото функционирање. Нивната биомеханичка улога на мост помеѓу мускулот и коската е клучна за пренесување на силата која се генерира преку контракција на мускулот.
Постојаното оптоварување на тетивите може да доведе до нивно зајакнување, па дури и хипертрофија. Сепак, иако тие се релативно цврсти структури, потребна е претпазливост од преоптоварување кое може да доведе до нивно кинење.

Клучни зборови: *ткиво, колаген, сила, оптоварување.*

HUMAN TENDONS: ANATOMICAL AND BIOMECHANICAL FOUNDATIONS

Hristijan Smokovski
Faculty of physical education, sport and health, University –„ Ss. Cyril and Methodius” – Skopje, Macedonia

ABSTRACT

Tendons are mainly fibrous connective tissue that is made of collagen, which is the most abundant protein in humans. They are an integral part of the human locomotor system and have a very important role in its functioning. Their biomechanical role as a bridge between muscle and bone is crucial for transmitting the force generated through muscle contraction.
Constant strain on the tendons can lead to their strengthening and even hypertrophy. However, although they are relatively strong, care must be taken against overloading which can lead to their tearing.

Key words: tissue, collagen, force, load.

ВОВЕД

Физиолошкото објаснување на тетивите е дека тие се дел од сврзното ткиво кое ги поврзува мускулите со коските. Тетивите се примарно изградени од колагенски влакна и имаат улога да ја пренесуваат создадената мускулната сила од мускулите до коските со цел придвижување на телото. Битно прашање е како да ги подобриме. Иако сè уште нема точно прецизирана техника за тоа, некои автори тврдат дека плиометрискиот тренинг и изометриските контракции влијаат врз нивното подобрување. Од друга страна, знаеме дека неконтролирана плиометрија доведува до брзи повреди, додека пак за изометриските контракции (вежби) видлива промена се случува кај долгогодишните алпинисти, односно хипертрофирани тетиви на мускулите флексори во зглобот на прстите на шаката. Според Brummit & Cuddenford (2015), зголемената тетивна крутост е реакција на тренинг со отпор и ваквата појава се забележува и кај животни и кај луѓе.

Според својствата на тетивата од биомеханички аспект, можеме да кажеме дека тие се механички силни и вискоеластични, што им овозможува да складираат механичка енергија и ефективно да пренесуваат големи мускулни сили до коските (Wang et al. 2011).

Ткива во човечкиот организам

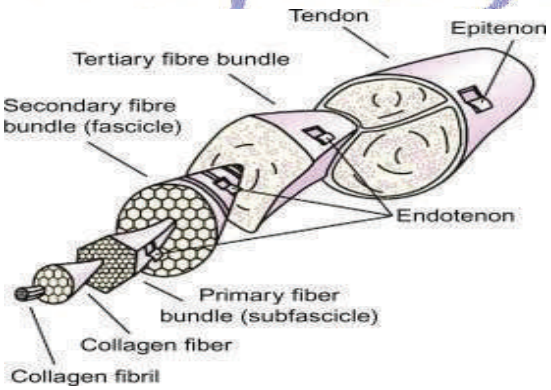
Ѓоргоски (2019) истакнува дека ткивото е збир на клетки, слични според структурата и се специјализирани за извршување одредена функција. Ткивата можеме да ги класифицираме во четири основни групи ткива кои се наоѓаат во човечкиот организам, и тоа:

1. **Епително ткиво**, ткиво што ја обвиткува површината, внатрешните празнини и ги создава жлездите.
2. **Сврзливо ткиво**, ткиво што ги сврзуваат основните делови на организмите.
3. **Мускулно ткиво**, ткиво што се контрахира и овозможува движење на дел од орган или целиот организам.
4. **Нервното ткиво**, ткиво што ги спроведува нервните дразби.

Целта на овој текст е да ги претстави **тетивите,** односно нивната структура, функција, биомеханичките карактеристики, адаптацијата и можноста за нивно подобрување.

Структура на тетивите

Тетивите се широко распространети низ човечкиот организам. Основна функција на тетивите е да ги поврзуваат мускулите со коските, со што им овозможува движење на коските при контракција на мускулите. Како што е погоре истакнато, колагенот е најзастапен протеин во организмот на човекот и од него се направени тетивите.



Слика 1. Структура на тетивата

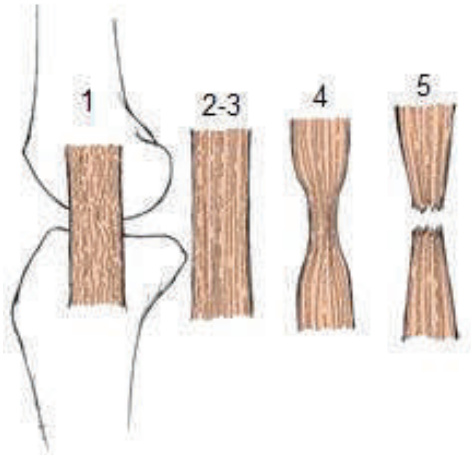
Според Kannus (2000), повеќе колагени фибрили формираат колагенско влакно, кое е основна градбена единица на тетивата. Фина обвивка на сврзно ткиво наречена ендотенон ги поврзува сите колагенски влакна заедно, а пак повеќе колагенски влакна формираат основно купче влакна и група основни купчиња влакна формираат секундарно купче влакна. Додека, пак, група секундарни купчиња влакна формираат терцијални купчиња, а пак тие ја формираат тетивата. Целата тетивата е обвиткана со тенка обвивка сврзно ткиво која се вика епитенон. Тетивите се способни да издржат значителни сили за време на физичките активности, имаат способност за приспособување на промените во механичкото оптоварување во текот на времето.

Биомеханика на тетивите

Тетивата е сврзно ткиво и го поврзува мускулот со коската и силно влијае врз тоа како мускулот се користи. Паралелното поставување на колагенските влакна во тетивата и вкрстените врски помеѓу влакната ги прават тетивите за речиси трипати посилни во напнатост отколку мускулот (Knudson, 2007). Според истиот автор, крајната сила на тетивите вообичаено е 100 MPa (мегапаскали) или 14,500 lbs/in^2 (1019 kg/cm^2). Покрај тоа што дијаметарот на тетивите е често помал од мускулот со кој се поврзува, нивната голема цврстина на истегнување прави повредите од кинење на тетивата да бидат ретки. Тетивите се сретнуваат со различни должини во телото. Мускулите кои се поврзуваат со кратки тетиви, поради нивната должина, побрзо ја пренесуваат создадената мускулна сила до коската. Ваквите тетиви се среќаваат во мускулите на шаката и овозможуваат изведување брзи и фини движења, како што е свирење на инструмент. Ахиловата тетива е долга, спротивно од тетивите што се среќаваат на шаката и служи за амортизација и како ефикасна спирала кај брзите движења со отскокнување.

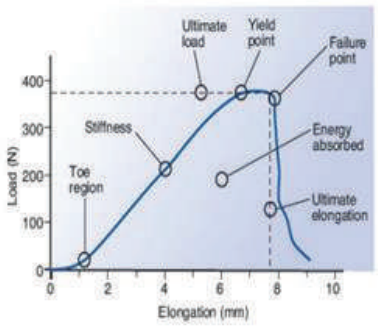
Механички карактеристики на тетивите

Тетивите и лигаментите се високоеластични структури со уникатни механички карактеристики. Тетивите се доволно силни за да можат да издржат големи сили на развлекување кои се резултат на контракциите од мускулите при движења во зглобовите (Nordin & Frankel 2012). Според овие автори, двете структури главно одржуваат сили на развлекување за време на нормалното и прекумерното оптоварување. Кога ќе се случи повреда, штетата од повредата е тесно поврзана со стапката на оптоварувањето и количината на оптоварувањето. Механичките карактеристики на тетивите и лигаментите се мерат со помош на тестови, а податоците од овие тестови се користат за да се направи крива на оптоварување – деформација со нанесување на надворешниот товар спроти соодветната количина на издолжување на ткивото. Овие криви ги претставуваат структурните компоненти на ткивото што е мерено. Кривите можат да бидат конвертирани во стрес – истегнување криви кои математички можат да ги опишат механичките карактеристики на тестираните тетиви или лигаменти (Oatis, 2009). Оштетувањето од развелкување се дефинира како деформитет или надолжно издолжување на цврсто тело како резултат на нанесување сили на развлекување или стрес. Со други зборови, оштетувањето од развлекување се случува кога ќе се зголеми должината на телото со нанесување сили за негово развлекување.



Слика 2. Истегнување и кинење на лигемант

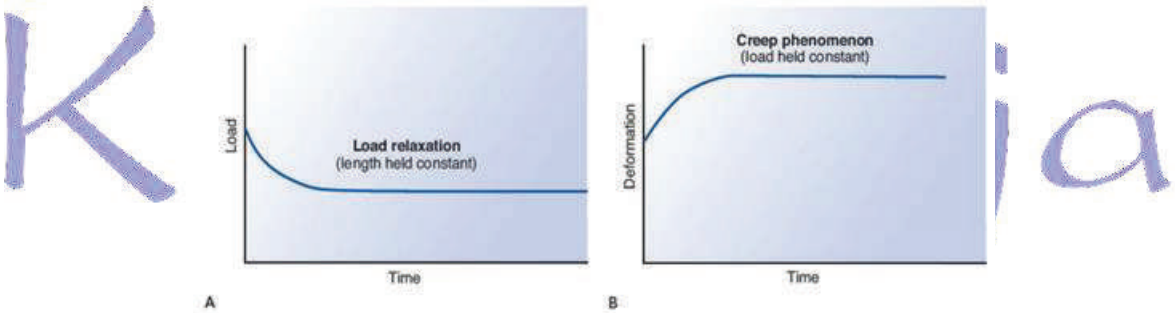
Според Nordin & Frankel (2012), кривата на оптоварување/издолжување дава информации за капацитетите на развлекување од лигаментите и тетивите и нивните структури, откако тетивата или лигаментот ќе бидат оптоварени до нивен отказ. На оваа крива (слика 3) цврстината на структурата е претставена како наклон помеѓу двете граници на надолжното издолжувањето. Претставува колку отпор и надолжно издолжување може да поднесе структурата пред да се скине.



Слика 3. Приказ од кривата оптоварување - истегнување

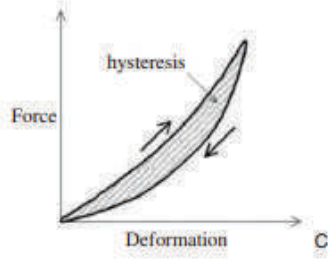
Авторите, исто така, тврдат дека тетивите и лигаментите кога се оптоварени со сили на развлекување покажуваат вискоеластични карактеристики, притоа нивните механички компоненти се менуваат под различни оптоварувања. Mafulli et al. (2005) тврдат дека ако тетивите бидат изложени на сили кои предизвикуваат развлекување, тие не се однесуваат идеално еластично, дури и ако нанесениот товар е помал од потребниот за да предизвика отказ. Ова се случува поради тоа што колагенските влакна на тетивите во себе поседуваат вискозни карактеристики. Кога лигаментите и тетивите се подложени на зголемено оптоварување, линеарниот дел од кривата на оптоварување/издолжување станува сè пострмен, што укажува на поголема цврстина на ткивото при повисока стапка на издолжување (Nordin & Frankel 2012). Направени биле два експериментални теста на кои се покажала високоеластичната компонента и нелинеарното однесување на тетивите. Тестовите се викаат stress – relaxation и creep – deformation (слика 4). Во првиот тест ткивото е издолжено (деформирано) со константа должина, односно таа положба се држи одреден период, со што му овозможува на оптоварувањето да варира со времето. Заклучено е дека кога должината е фиксирана константно, оптоварувањето на почетокот се намалува брзо, а потоа бавно. Со циклично повторување на овој тест, забележано е постепено намалување на оптоварувањето, со што е помалку забележително. Додека, пак, вториот тест creep – deformation вклучувал изложување на ткивото на постојан товар, но должината на ткивото се зголемувала по одредено време. Издолжувањето на почетокот се изведувало побрзо, а потоа побавно. Кога тестот циклично ќе се повторел, забележано е зголеменото издолжување постепено да биде се помалку видливо (Nordin & Frankel 2012).

Mafulli et al. (2005) тврдат дека нанесениот товар (оптоварување) или сила која предизвикува надолжно издолжување се намалува по одредено време.



Слика 4. На сликата А се прикажани резултатите од тестот (stress-relaxation), додека пак на сликата В се прикажани добиените резултати од тестот (creep-deformation).

Како механичка карактеристика што ја поседуваат тетивите е и хистерезата. Хистереза ја претставува изгубената енергија во вид на топлина и делот под кривата на растоварување е енергијата што повторно се користи за еластичното одвраќање (Sasajima et al. 2023). Стрелките на слика 5 ја покажуваат насоката на оптоварувањето и растоварувањето при употреба на тест со примена на сили на развлекување во рамките на еластичната граница на тетивата. Делот помеѓу кривите на оптоварување и растоварување уште се нарекува и хистерезна јамка. Оваа јамка ја претставува изгубената енергија во самото ткиво.



Слика 5. Хистереза на тетивите

Зошто да ги подобриме тетивите

Ако ја согледаме градбата на тетивите и нејзината улога, ќе си дадеме одговор на ова прашање. Знаеме дека тетивата е таа што ги поврзува скелетните мускули за коските, сите сили што се создаваат во мускулите за изведување одредено движење се пренесуваат преку неа за тоа да се изведе. Биолошки е потврдено дека тетивите се крути ткива со што им овозможува да издржат големи напрегања и да останат неповредени, но сепак и тие се подложни на повреди. Повредите најчесто се среќаваат кај спортисти поради нивниот атлетизам и силните мускули кои можат брзо да генерираат големи сили, со што се овозможуваат идеални услови за брза повреда, па дури и крај на кариера. Најчесто кај бодибилдерите се сретнува пукање на тетива поради нивната преголема мускулна маса и веројатно недоволен акцент на посебен тренинг за зајакнување на тетивите и нивно истегнување, а како најчести се кинење на тетивата на флексорот (свиткувач) на лактот и тетивата на флексорот (свиткувач) на коленото.

Како да ги зајакнеме, подобриме тетивите

Студии покажале дека долготрајното вежбање и физичкиот тренинг предизвикуваат зголемен колаген во тетивите, тоа се покажало и кај животни и кај луѓе кои биле земени како модел за истражувањето (Alex et al. 2012). Знаеме дека изотоничните вежби кои се прават до отказ позитивно влијаат на мускулите и на нивниот раст, но не е потврдено дека тоа се случува и кај тетивите. Некои истражувања покажуваат дека плиометриски и изометриски вежби се одговорот за тоа како да ги подобриме и зајакнеме тетивите, но поради намалена циркулација на крв тие заздравуваат побавно од мускулите. Најголема видлива промена во тетивите се сретнува кај алпинистите, односно во прстите на дланките, и кај многу алпинисти кои долгогодишно се занимаваат со овој спорт се сретнува зголемување на тетивите кои се наоѓаат на шаката. На прашањето дали изометриските вежби помагаат да се зголемат тетивите, кај алпинистите тоа е видливо дека функционира бидејќи тие постојано го држат своето тело со прстите на дланките, тој механички стрес доведува до промена во големината, односно нивно хипертрофирање.

Слика 1. Изгледот на дланките на познатиот алпинист Алекс Хонолд

Според Brummit, J., Cuddenford (2015), зголемената тетивна крутост е реакција на тренинг со отпор и се забележува и кај животни и кај луѓе. Крутоста е објаснета механичка компонента на тетивата. Крутоста е силата која бара да се истегне тетивата по единица мерка за должина. Зголемената крутост може да влијае врз способноста на мускулот брзо да генерира сила. Притоа, тетивите даваат одговор на хроничниот тренинг со отпор, со зголемување на бројот на колагенски фибрили, зголемување на дијаметарот на колагенските фибрили и зголемување на густината на фибрилите (Brumitt & Cuddeford 2015).
Поради анатомската врска помеѓу тетивите и скелетните мускули, некогаш и двете структури се повредуваат истовремено.

ЗАКЛУЧОК

Тетивите се направени од фиброзно сврзно ткиво и во себе содржат влакна, кои примарно се изградени од колаген. Знаеме дека механички тетивите се многу крути ткива кои се направени да издржат големи сили, но сепак може да дојде до нивна повреда. Сè уште има потреба од проучување и истражување за тоа како да ги подобриме тетивите, како да ги заштитиме од повреди, но можеме да заклучиме дека статичките вежби со изометриски контракции како висење на вратило влијаат позитивно врз тетивите на мускулите флексори во зглобот на прстите на шаката, а пак зголемената тетивна крутост е реакција на тренинг со отпор и се забележува и кај животни и кај луѓе.

ЛИТЕРАТУРА

Туфекчиевски, А., Ацески, А. (2009). *Биомеханика второ проширено издание.* Факултет за физичко образование, спорт и здравје : Скопје.
Ѓоргоски К. И. (2019). *Основи на хумана физиологија.* Факултет за физичко образование, спорт и здравје : Скопје.
Alex T., Peter M., Nicola, M. (2012). *Immediate and short – term effects of exercise on tendon structure: biochemical, biomechanical and imaging responses.* Bristish Medical Buletin. https://academic.oup.com/bmb/article/103/1/169/341838
BD Editors. (2019). *Smooth muscle.* Biology Dictionary. https://biologydictionary.net/smooth-muscle/
Brummit, J., Cuddenford, T. (2015). *Current concepts of muscle and tendon adaptation to strength and conditioning.* Int J Sports Phys Ther.
Cleaveland Clinic. *Tendon.* https://my.clevelandclinic.org/health/body/21738-tendon
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3244520/#:~:text=Because%20of%20their%20unique%20structure,tissues%20that%20are%20mechano%2Dresponsive.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637912/#B24
Knudson, D. (2007). *Fundaments of Biomechanics second edition.* Springer.
Maffulli, N., Renström, P., Leadbetter, B, W. (2005). *Tendon Injuries, Basic Science and Clinical Medicine.* Springer-Verlag London Limited 2005.
Nordin, M., Frankel, H, V. (2012). *Basic Biomechanics of the musculoskeletal system 4th edition.* Lippicott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.
Oatis, A, C. (2009). *Kinesiology The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement 2nd edition.* Lippincot Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.
Oregon State University. *4.3 Connective Tissue Supports and Protects.* https://open.oregonstate.education/aandp/chapter/4-3-connective-tissue-supports-and-protects/
Oregon State University. *4.3 Connective Tissue Supports and Protects.* https://open.oregonstate.education/aandp/chapter/4-3-connective-tissue-supports-and-protects/
Sasajima, S., Yasuda, A., Kosaka, T., Kubo, K. (2023). *Effect of relaxation time on hysteresis of human tendon in vivo.* Jorunal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9976180/
Tardioli, A., Malliaras, P., Maffulli, N. (2012). *Immediate and short-term effects of exercise on tendon structure: Biochemical, biomechanical and imaging responses.* British Medical Bulletin. https://www.researchgate.net/publication/221779121_Immediate_and_short-term_effects_of_exercise_on_tendon_structure_Biochemical_biomechanical_and_imaging_responses
Wang, J., Guo, Q., Li, B. (2011). *Tendon biomechanics and mechanobiology – a mini review of basic concepts and recent advancements.*

КИНЕМАТИЧКИ ОСНОВИ ЗА АНАЛИЗА НА ЧОВЕЧКИОТ ЧЕКОР

УДК: 796.011.1

Слободан Панајотов
Факултет за физичко образование, спорт и здравје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“-Скопје,
Македонија
е-пошта: panajotis2@outlook.com

АПСТРАКТ

Ефикасноста на човечкиот чекор е од важност за безбедно совладување на просторот. Неговата анализа вклучува мноштво показатели од кинематичка и кинетичка природа. Во текстот се опишани само дел од основните показатели неопходни за елементарна анализа на чекорот со цел проценка на физичката перформанса, но и детектирање евентуални абнормалности во неговото манифестирање.

Клучни зборови: *одење, трчање, анализа, техника, показатели.*

KINEMATIC FOUNDATIONS FOR ANALYZING HUMAN GAIT

Slobodan Panajotov
Faculty of physical education, sport and health,
University –„ Ss. Cyril and Methodius” – Skopje,
Macedonia

ABSTRACT

The efficiency of the human step is important for the safe movement through the space. His analysis includes a multitude of indicators of a kinematic and kinetic nature. The text describes only part of the basic indicators necessary for elementary analysis of the step in order to assess the physical performance but also to detect possible abnormalities in its manifestation.

Key words: *walk, run, analysis, technique, parameters.*

Кондиција

ВОВЕД

Благодарение на човечкиот чекор, кој претставува една од најосновните форми на локомоција, можеме да се движиме од едно до друго место во просторот. Без оглед на тоа дали станува збор за чекор кај одењето или чекор кај трчањето, тоа подразбира сложено и координирано движење на целото тело, кое пред сè вклучува повторувачко и ритмичко движење на рацете и нозете со цел човекот да се движи во потребната насока.

Анализата на чекорот вклучува најразлични аспекти од изведбата кои главно се сведуваат на утврдување на неговите линеарни и аголни кинематички и кинетички показатели. Во групата кинематички показатели влегуваат просторните карактеристики, временските карактеристики и просторно-временските карактеристики. Кај просторните карактеристики, за потребите на една основна анализа на чекорот кај одењето или трчањето, од важност се: должина на чекор, должина на двочекор, ширина на чекор/двочекор. Во рамките на временските карактеристики најчесто влегуваат: времетраење, моментално време, фаза, период и каденца, додека пак кај просторно-временските карактеристики се издвојуваат: брзина на чекор/двочекор, пејс или темпо и забрзување. За процена на кинетиката на чекорот од важност се: силата на реакција на подлога, зглобните вртливи моменти, центарот на плантарниот притисок, траекторија на центарот на притисок, силата на реакција во зглобот, внатрешни и надворешни моменти и др.

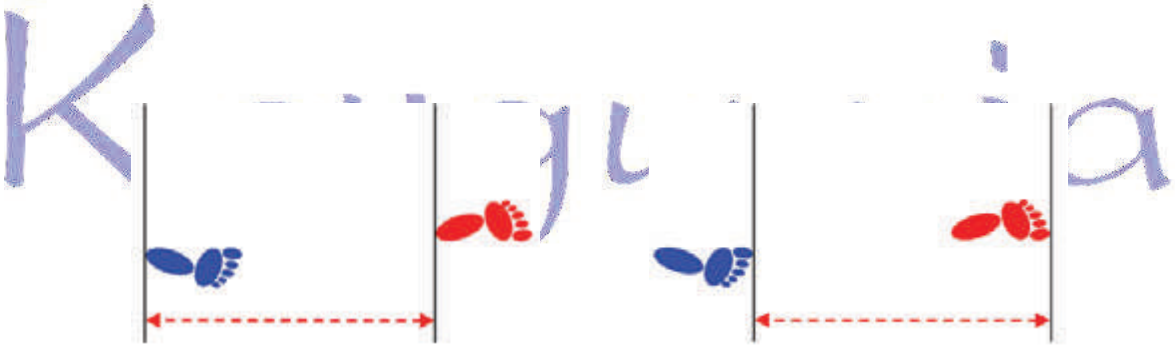
Во овој текст се претставени само дел од линеарните кинематички карактеристики кои се неопходни за спроведување основна биомеханичка анализа.

Основни кинематички показатели на човечкиот чекор

Наједноставно кажано, човечкиот чекор претставува акт на движење на едната нога пред другата нога.

Просторни карактеристики

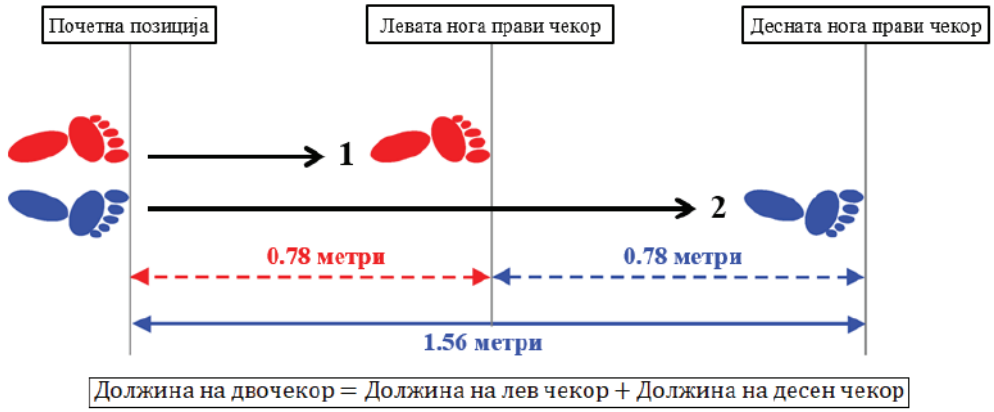
Должина на чекорот претставува растојание од точката на контакт на едното стапало до точката на контакт на спротивното стапало. Кај нормалното чекорење тоа може да биде растојанието од петицата на едното стапало до петицата на спротивното стапало или од прстите на едното стапало до прстите на спротивното стапало (слика 1).



а. петица-петица растојание *б. прсти-прсти растојание*

Слика 1. Мерење на должина на чекорот

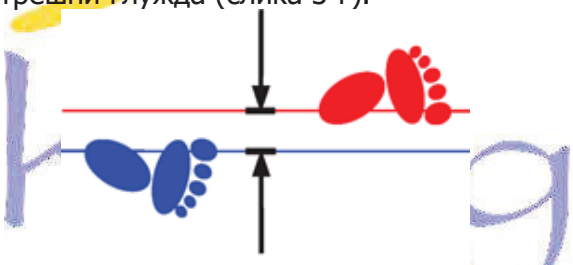
Должината на двочекорот го покажува растојанието од точката на контакт (петица или прсти) на стапалото до точката на повторен контакт (петица или прсти) на истото стапало (слика 2).



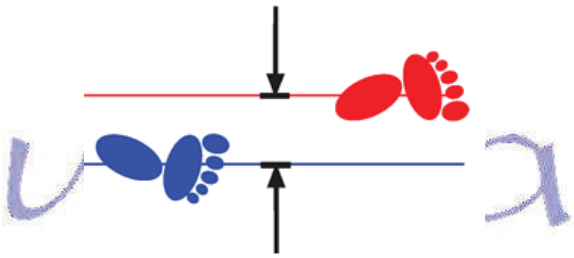
Слика 2. Мерење на должина на двочекор преку растојанието прсти-прсти

Според (Murray et al., 1966), просечната должина на двочекорот кај мажи кои се движат со нормална брзина на одење е 156 сантиметри (1,56 метри). Доколку брзината на одење се зголеми, линеарно и должината на двочекорот ќе се зголеми.
Кај нормалниот циклус на одење должината на два чекори е симетрично идентична. Асиметричното одење може да се појави во форма на акутно или хронично нарушување на циклусот на одење. Како акутно, најчесто се појавува кај повреди на мускулно-скелетниот систем, додека пак хронично се среќава кај луѓе кои имаат нарушувања на локомотрниот и нервниот систем, како и кај луѓе кои носат протези и ортози.

Ширина на чекор/двочекор е мерка за медиолатералното растојание на стапалата (слика 3). Мерењето на ова ширината ќе зависи од методот што се користи. Растојанието од крајната точка на петицата на едното стапало до истата точка на другото стапало е една од методите што може да се користат (слика 3-а). Друг метод што се користи е мерење на растојанието меѓу средишните делови на двете стапалата (слика 3-б). Понатаму, во лабораториски услови, кога е потребна максимална точност, најчесто на стапалото (вообичаено глуждот) се лепат рефлектирачки маркери (слика 3-в) чија позиција се следи во текот на движењето. Во овој случај за мерење на ширината на чекор/двочекор се зема растојанието помеѓу двата внатрешни глужда (слика 3-г).

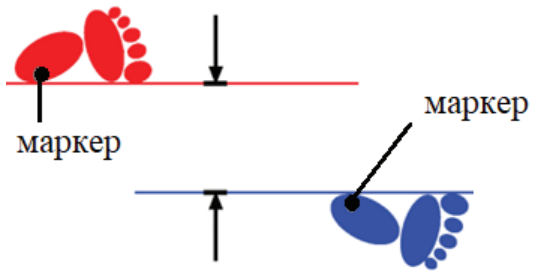


а. петица-петица растојание



б. растојание меѓу средниот дел на стапалата

г. сет на рефлектирачки маркери за



в. растојание меѓу внатрешните глуждови

пресметување кинематички показатели

Слика 3. Мерење на ширината на чекор/двочекор

Според (Murray et al., 1966), просечната ширина на чекорот кај мажи кои се движат со нормална брзина на одење е 7,7 сантиметри (0,077 метри). Исто како и кај должината на чекорот, ако брзината на одење се зголеми, линеарно и ширината на чекорот ќе се зголеми.

Табела 2. Должина на чекор/двочекор и ширина на чекор/двочекор

Просторни карактеристики	**(Murray et al., 1964)**		**(Murray et al., 1966)**		**(Murray et al., 1970)**	
	Мажи		Мажи		Жени	
	cm	m	cm	m	cm	m
Должина на чекор	79	0.79	78	0.78	66	0.66
Должина на двочекор	158	1.58	156	1.56	132	1.32
Ширина на чекор	8.1	0.081	7.7	0.077	7.1	0.071

Од резултатите прикажани во табела 2 може да се заклучи дека жените во просек имаат помала должина на чекор, помала должина на двочекор, како и помала ширина на чекор. Како можна причина за намалувањето на сите овие параметри се наведува фактот дека жените во просек се пониски од мажите. Во табела 3 се прикажани податоци од едно истражување на (Kanchan et al., 2015) во кое висината на испитаниците се движела од 165 до 188 cm за мажи и од 145,5 до 176 cm за жени. Утврдено е дека просечната висина кај мажите (174,5 cm) била значително поголема ($p < 0,001$) од онаа кај жените (159,9 cm). Во истото истражување е утврдено дека должината на долните екстремитети кај мажите се движела од 75,0 до 98,0 cm (просечна должина била 86,3 cm). Кај жените било утврдено дека должината на долните екстремитети се движела од 65,0 до 98,4 cm (просечна должина била 78,0 cm). Утврдено е дека просечната должина на долните екстремитети била значително поголема кај мажите (86,3 cm) отколку кај жените (78,0 cm) ($p < 0,001$). Исто така, утврдено е дека и просечната должина на стапалото била во корелација со телесната висина и со должината на долните екстремитети и кај двата пола.

Табела 2. Телесна висина и должина на долни екстремитети кај мажи и жени

Параметри	**(Kanchan et al. 2015)**			
	Мажи		Жени	
	Опсег	Просечна	Опсег	Просечна
Телесна висина (цм)	165.0 – 188.0	174.5	145.5 – 176.0	159.9
Должина на долни екстремитети (цм)	75.0 – 98.0	86.3	65.0 – 98.4	78.0

Временски карактеристики

Времетраењето претставува изминато време за да се изврши одредено движење. Според тоа, преку овој показател може да се измери времето потребно за да се реализира чекорот/двочекорот или некоја од фазите или периодите на чекорот/двочекорот.

Моменталното време го покажува времето што е регистрирано во даден момент од изведувањето на движењето.

Групирањето повеќе временски делови од моторичката активност кои се издвојуваат помеѓу одредени моментални времиња формираат фаза. На пример, кај одењето тоа е движењето од моментот кога петицата прави контакт со подлогата до моментот кога стапалото со целата површина е на подлогата.

Групирањето на фази со слична структура во повеќе потсистеми дефинираат период. На пример, периодот на потпирање (кога стапалото е во контакт со подлогата) кај одењето ги формира следните 5 фази: почетен контакт, оптоварување, меѓуфаза, завршно потпирање и пред занишување.

Каденца/фреквенција на чекори претставува количина на движење која се повторува во единица време. Најчесто кај одењето и трчањето се користи терминот каденца и тој покажува колку чекори прави човек во една минута.

Просторно-временски карактеристики

Брзината на чекор/двочекор претставува изминат пат/поместување во единица време. Доколку ни се познати должината на чекорот и каденцата, со помош на следнава формула можеме да ја пресметаме и брзината $v = l \times f$, каде што l – должина на чекор/двочекор, f – фреквенција на чекор/двочекор кој претставува количник од бројот на чекори/двочекори и изминатото време $f=n/\Delta t$.

Брзината на трчање многу често се изразува и преку показателот „пејс“ кој уште се нарекува и темпо. Тој покажува колку минути се потребни за тркачот да помине еден километар (min/km).

Забрзување на чекор/двочекор се пресметува преку промената на брзината во единица време.

ЗАКЛУЧОК

Биомеханичката анализа на човечкиот чекор вклучува најразлични методи и инструменти кои овозможуваат добивање многубројни показатели од кинематичка и кинетичка природа. Познавањето на линеарната и аголната кинематика и кинетика на нормалниот чекор е предуслов за успешно утврдување на девијации во одењето и трчањето кои можат да произлегуваат од најразлична природа. Овие информации се од клучна важност за клиничките биомеханичари, ортопедите и физиотерапевтите кои врз основа на кинематичките и кинетичките показатели дефинираат биомеханички шаблон на одење или трчање кај својот клиент. Доколку се утврди дека постои одредено отстапување од нормалноста, во тој случај се изготвува план за рехабилитација кој, меѓу другото, произлегува и од веќе споменатите показатели.

ЛИТЕРАТУРА

Kanchan, T., Sinha, S., & Krishan, K. (2015). Is there a correlation between footstep length, lower extremities, and stature?. *Journal of forensic sciences*, *60*(5), 1337-1340. https://doi.org/10.1111/1556-4029.12798
Murray, M. Pat., Drought, A. Bernard., & Korry, Ross. C. (1964). Walking Patterns of Normal Men. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 46(2), 335-360. http://dx.doi.org/10.2106/00004623-196446020-00009
Murray, M. P., Kory, R. C., Clarkson, B. H., & Sepic, S. B. (1966). Comparison of Free and Fast Speed Walking Patterns of Normal Men. *American Journal of Physical Medicine*, *45*(1). https://doi.org/10.1097/00002060-196602000-00002
Murray, M.P., Kory, R.C, & Sepic, S.B. (1970). Walking patterns of normal women. *Arch Phys Med Rehabil* 51: 637–650.

ЗДРАВО И АКТИВНО СТАРЕЕЊЕ

УДК: 796.035-053.9

Горан Никовски
Факултет за физичко образование, спорт и здравје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“-Скопје,
Македонија
е-пошта: nikovskigoran@yahoo.com

Мартин Андоновски

АПСТРАКТ

Активното стареење претставува процес на оптимизирање на здравјето преку активно учество, со цел да се подобри квалитетот на животот на луѓето во староста. Под поимот старост се подразбира постепено намалување на биолошките функции и способности на организмот. Учеството во редовни, умерени физички активности може да влијае врз инволутивните процеси, како резултат на процесот на стареење. Редовната физичка активност може да придонесе во одржувањето и подобрувањето на функционалните способности, како и одложувањето од појавата на низа здравствени проблеми.

Клучни зборови: *стареење, физичка активност, функционални способности.*

HEALTHY AND ACTIVE AGING

Goran Nikovski, Martin Andonovski
Faculty of physical education, sport and health,
University –„ Ss. Cyril and Methodius” – Skopje,
Macedonia

ABSTRACT

Active aging is a process of optimizing health through active participation, with the aim of improving the quality of people's life in old age. The term old age means a gradual reduction of the biological functions and abilities of the organism. Participating in regular, moderate physical activities can affect the involution processes that result from the aging process. Regular physical activity can contribute to maintaining and improving functional abilities, as well as delaying the occurrence of a number of health problems.

Key words: *aging, physical activity, functional abilities.*

Кондиција

ВОВЕД

Стареењето е биолошка состојба која има сопствена динамика надвор од човековата контрола. (WHO, 2005). Постојат повеќе дефиниции за старост, но не постои општа согласност за овој поим и најчесто се употребува календарско сметање на староста. Според Gorman (1999), староста започнува кога активниот придонес веќе не е можен (поради болест). Според Cijan (2003), под поимот старост се подразбира постепено намалување на биолошките функции и способности на организмот. Според Glascock и Feinman (1980), стареењето е поделено во три категории: хронолошка, промена на работниот статус (пензија), промена во способностите (сенилност, инвалидитет, физички карактеристики). Според Светска здравствена организација (СЗО), до крајот на 2024 година популацијата на возраст над 65 години ќе биде помногубројна од оние помлади од 15 години во европскиот регион. Според предвидувањата на Светската здравствена организација, во 2025 година животниот век во 26 земји ќе биде подолг од 80 години. Бројот на постари од 65-годишна возраст на месечно ниво ќе се зголемува за еден милион, а во 2025 година ќе изнесува 800 милиони. Со ваквиот растечки тренд потребни се нови социјални, економски и здравствени предизвици, фокусирани на здравото и активно стареење (WHO, 2023). Активното стареење има за цел да го продолжи здравиот животен век, како и квалитетот на животот кај сите луѓе, вклучувајќи ги и оние што се изнемоштени, инвалиди и оние што имаат потреба од човечка грижа. Според СЗО, „здравјето“ се однесува на физичката, менталната и социјалната благосостојба.

СТАРОСТ И СТАРЕЕЊЕ

Според Quadagno (2013), постојат повеќе начини според кои староста може да ја дефинираме:

1.Хронолошка старост

Хронолошката старост претставува најчесто користена мерка за дефинирање на староста, но може да биде и несоодветен показател за староста. Според различни автори, постои и поделба на различни старосни категории.

Според Quadagno (2013) и Jones & Rose (2005), староста може да ја поделиме на три категории:

1.„Млади - стари“ (од 65-74 год.);
2.„Стари - стари“ (од 75-85 год.);
3.„Многу - стари“ (над 85 год.)

Поделба на старосната категорија според СЗО: (Kalache, 1997).

Млади - стари

Млади - стари луѓе се на возраст од 65-75 години. Тие се карактеризираат со релативно добро здравје, умерено ниво на функционални способности и мала физичка попреченост, т.е. нарушување на хомеостазата. Светска здравствена организација (СЗО) ја означува оваа група како „физички способна/здрава“.

Средни - стари

Оваа категорија на луѓе се на возраст од 75-85 години. Тие се карактеризираат со голем број хронични болести, кои постепено ги намалуваат функционалните способности, но сепак можат да водат релативно самостоен живот. Таквите лица се нарекуваат „нездрави/независни“.

Стари - стари

Во оваа категорија спаѓаат луѓе што се постари од 85 години. Функциите се намалуваат поради здравствени нарушувања, а сè повеќе им е потребна помош од другите за извршување на секојдневните активности додека конечно не станат целосно зависни. Оваа група се нарекува „нездрави/зависни“.

2. Социјалните улоги и староста

За некои лица може да се смета дека се стари доколку имаат некаква социјална улога во општеството, како на пр: вдовица, дедо или пензионер.
Социјалните улоги во општеството не можат да укажат на тоа дека некој поединец е стар.

3. Функционална старост

Morse C.E и Smith E.L (1981) популацијата на стари ја делат во три категории:

1. „Млади - постари“ – Хронолошката возраст помеѓу 55 и 75 години со максимална способност од 5-7 MET[1]
2. „Постари - постари“ – Хронолошка возраст од 75 години со максимални способности од 2-3 MET
3. „Спортски - постари“ – Независно од хронолошката возраст со максимални способности од 9-10 MET

Функционалната старост се заснова на тоа како луѓето изгледаат и што можат да прават. Во однос на функционалната старост, една личност старее кога не може веќе да ги извршува основните човечки потреби кои се наменети за една возрасна личност.

Класификација според функционалните капацитети

ДОБРИ ФУНК. СПОСОБНОСТИ	ДЕЛУМНО ОСЛАБЕНИ	СЛАБИ ФУНК. СПОСОБНОСТИ
- Социјални актив. - Фамилијарни обврски	- Хронични болести - Потребна помош	- Ментална и физичка слабост и грижа од други лица

4. Субјективна старост

Фактори во субјективната старост се:
1.Нивото на физичката активност;
2.Здравјето

Здравјето претставува најважен фактор во одредување на субјективната старост.

Лицата што се изјаснуваат дека се стари често можат да укажат на постоење на болест и/или состојба (на пр: срцев удар, скршеница и сл.) поради што се чувствуваат како стари (Staehelin, 2016).

[1] 1 MET = метаболичка единица = 3,5 ml O2/kg x min

АКТИВНО И УСПЕШНО СТАРЕЕЊЕ

Поимот активно стареење опфаќа здраво, успешно или продуктивно стареење. Терминот активен се однесува на континуирано учество во социјални, економски, културни и граѓански активности.

Карактеристики на активното стареење (Rowe & Kahn, 1998, Fernandez-Ballesteros et al., 2013):

1. Намалена појава на некоја болест или инвалидитет;
2. Физичка подготвеност;
3. Високо когнитивно функционирање;
4. Позитивно расположение и соочување со стресот;
5. Работни обврски.

Поимот успешно стареење претставува „здраво стареење“, „продуктивно стареење“. Успешното стареење се однесува на она стареење каде што не е потребна помош и не постојат тешкотии при која било активност (Stravbridge et al.,1996).

Слика 1. Карактеристики на активното стареење според (WHO, 2002)

ФИЗИЧКАТА АКТИВНОСТ КАЈ СТАРИТЕ ЛИЦА

Физичката активност не може да го спречи нормалниот биолошки процес на стареењето, но со редовна физичка активност и вежбање може да се продолжи активниот животен век кај човекот (American College of Sports Medicine, 2009). Нивото на физичката активност кај старите лица се намалува со процесот на стареење, а има особено значајна улога во самостојниот и независен живот кај овие лица (Westerterp, 2000). Редовната физичката активност може ги намали и ублажи хроничните здравствени проблеми, како и да го подобри квалитетот на животот (Brill, 2004).

Активниот начин на живот го подобрува физичкото и менталното здравје на една личност. Физичката активност им овозможува на постарите луѓе да останат независни подолг временски период. Покрај големите здравствени придобивки од редовната физичка активност, има и важни економски придобивки кога постарите луѓе се физички активни.

Медицинските трошоци значително се намалуваат доколку постарите лица се редовно физички активни (WHO, 1998). И покрај сите овие придобивки и препораки за редовно вежбање, постарите луѓе во повеќето земји водат седентарен начин на живот. Земјите со ниски економски стандарди, етничките малцинства и постарите лица со попреченост имаат најголема веројатност да бидат неактивни (WHO, 2002).

ПРЕПОРАКИ И ПРОГРАМИ ЗА ВЕЖБАЊЕ КАЈ СТАРИТЕ ЛИЦА

Препораки според СЗО (WHO, 2020):

Постарите лица (65 год. и постари) треба да применуваат најмалку 150-300 минути аеробна физичка активност со умерен интензитет или најмалку 75-150 минути аеробна физичка активност со среден интензитет (комбинација на вежби со умерен и среден интензитет) во текот на неделата за да имаат значителни здравствени придобивки. Возрасните лица, потребно е да имаат активности за зајакнување на мускулите кои ги вклучуваат големите мускулни групи, како и вежби за рамнотежа и координација и тоа најмалку двапати во неделата.

Постарите лица потребно е да го ограничат времето поминато во седентарни активности. Потребно е да го заменат седентарното време со физичка активност со цел да го сочуваат и да го подобрат сопственото здравје.

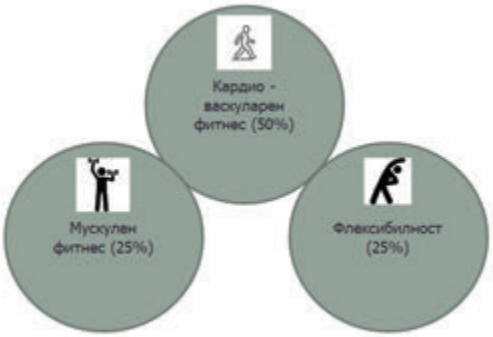
Според Misigoj-Durakovic (2008), активности кои старите лица можат да ги практикуваат се:

1. Пешачење;
2. Нордиско одење;
3. Возење велосипед;
4. Активности во вода / пливање;
5. Собна гимнастика;
6. Јога;
7. Танцување;
8. Бочање;
9. Пилатес.

Тенисот и скијањето можат да бидат дел од активностите (за лицата до 70-годишна возраст) и се препорачува за оние што во младоста достигнале високо ниво на моторички навики и способности (Misigoj-Durakovic, 1999)

Придобивки според СЗО (WHO, 2020):

Кај постарите возрасни лица, физичката активност ги дава следните здравствени придобивки: намалена смртност, намален ризик од појава на кардиоваскуларни болести, намалена појава од хипертензија и карциноми, регулирање на тип 2 дијабетес, ментално здравје (намалени симптоми на анксиозност и депресија), когнитивно здравје и сон, редукција на поткожното масно ткиво, подобрена аеробна способност, намален ризик од појава на остеопороза. Кај постарите лица, физичката активност има позитивно влијание во спречување падови и повреди кои се многу честа појава кај оваа старосна категорија.



Слика 2. Структура на програмата за вежбање кај старите лица според (Nacionalni institut za javno zdravje, 2020)

ACSM - Препораки за физичка активност кај стари лица
➢ Интензитетот на физичката активност е потребно на почетокот да биде со низок интензитет проследен со пократко времетраење, особено за стари лица кои имаат некакви хронични заболувања кои влијаат врз извршувањето на физичките задачи; ➢ Зголемувањето на интензитетот потребно е да биде индивидуално и приспособено за секое лице посебно; ➢ Кај вежбите со отпор и вежбите за подобрување на рамнотежата, потребно е претходно да се применат аеробни вежби; ➢ Доколку хроничната здравствено состојба на лицето не дозволува да се исполнат препорачаните минимални физички активности, потребно е да изведуваат активности со минимален интензитет и ангажираност со цел избегнување на седентарното однесување.

Табела 1. Препораки за физичка активност кај стари лица според American College of Sports Medicine, (Nelson et al., 2007)

ЗАКЛУЧОК

Редовната физичка активност и активниот начин на живот значително придонесува за подобрување на квалитетот на животот кај старите лица. Голем број студии ја потврдуваат корелацијата помеѓу физичката активност и квалитетот на животот кај старите лица (Brown et. al, 2004; Vuillemin et al, 2005). Во голем број студии е констатирано дека седентарниот начин на живот кај старите лица е прекумерно застапен, а физичката активност сè помалку се применува како во развиените така и во земјите во развој (Monteiro et al. 2003). Потребно е креирање квалитетни политики и програми со цел да се поттикнат старите лица да бидат физички активни и да им се овозможат можности за тоа. Од особена важност е да се обезбедат безбедни области за пешачење и поддршка на културно-спортски активности во заедницата кои стимулираат физичка активност (WHO, 2002)[a]. Доколку едно лице во младоста стекне здрави навики за редовна физичка активност, тие навики ќе продолжат да се применуваат и во староста. Тоа претставува предуслов за продолжување на животниот век кај човекот.

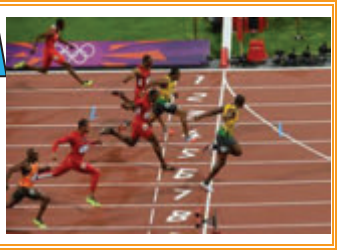
ЛИТЕРАТУРА

Gorman M. (1999). Development and the rights of older people. In: Randel J, et al., Eds. The ageing and development report: poverty, independence and the world's older people. London, Earthscan Publications Ltd., 1999: 3-21.

Cijan, R., Cijan, V., Cokl, D. (2003). Zdravstveni, socialni in pravni vidiki starostnikov. Visoka zdravstvena sola.
Quadagno, J. (2013). Aging and the life course: An introduction to social gerontology. McGraw-Hill Higher Education.
Jones, J., Rose, D. (2005). Physical activity Insrtuction of Older Adults. Champaign, IL: Human Kinetics.
Morse CE, Smith EL, Physical activity proframming for the older adult. In EL Smith I RC Serfass (ur.) Exercise and Aging: The scientific basis. Hillside, NJ: Enslow Publ 1981, str. 109-120.
Staehelin, H.B. (2016). Promoting health and wellbeing in later life. In Malcolm L. Jonhnson (Ed) The Cambridge Handbook of Age and Ageing (165-178). Cambridge University Press.
Rowe, J.D., Kahn, R.L. (1998). Successful aging. New York: Pantheon Books.
Fernandez-Ballesteros, R., Molina, M.A., Schettini, R. Santacreu, M. (2013). The semantic network of aging well. Annual Review of Gerontology and Geriatrics, 33(1), 79-107.
Misigoj-Durakovic, M. (2008). Kinantropologija-bioloski aspekti tjesnog vjezbanja. Zagreb: Kinezioloski fakultet.
WHO, (2002)[a]. Active ageing: a policy framework.
Kalache, A. (1997). The Heidelberg Guidelines for Promoting Physical Activity among Older Persons. In G. Huber (Ed.), Healthy aging, activity and sports (pp.). Gamburg, Germany: Health Promotion Publications.
WHO (1998). Growing Older. Staying Well. Ageing and Physical Activity in Everyday Life. Prepared by Heikkinen RL. Geneva: World Health Organization.
WHO (2002). Developing and validating a methodology to examine the impact of HIV/AIDS on older caregivers – Zimbabwe case study. Geneva: World Health Organization. (in press)
WHO (2023). https://www.who.int/europe/news/item/11-10-2023-by-2024--the-65-and-over-age-group-will-outnumber-the-youth-group--new-who-report-on-healthy-ageing
WHO (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior.
Brown, D.W., Brown, D.R., Health, G.W., Balluz, L., Giles, W.H., Ford, E.S. et al. (2004). Association between physical activity dose and health – related quality of life. Medicine and science in Sports and Exercise, 36(5), 890-896.
Vullemin, A., Boini, S., Bertrais, S., Tessier, S., Oppert, J.M., Hercberg, S., Briancon, S. (2005). Leisure time physical activity and health-related quality of life. Preventive medicine, 41(2), 562-569.
Misigoj-Durakovic, M., Durakovic, Z., Findak, V., Heimer, S., Horga, S., Matkovic, B., et al. (1999). Tjelesno vjezbanje i zdravlje. Znanstveni dokazi, stavovi, preporuke. Fakultet za fizicku kulturu Sveucilista u Zagrebu, 75-86.
Nacionalni institut za javno zdravje (2020). Zgibanjem do zdravlja. Ljubljana: Nacionalni institut za javno zdravje.
Nelson, M.E., Rejeski, W.J., Blair, S.N. Duncan, P.W., Judge, J.O., King, A.C., Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American Heart Association. Circulation, 116(9), 1094.
Monteiro, C.A., Conde, W.L., Matsudo, S.M., Matsudo, V.R., Bonsenor, I.M., Lotufo, P.A. (2003). A descriptive epidemiology of leisure- time physical activity in Brazil, 1996-1997. Revista Panamericana de Salud Publica, 14(4), 246-254.

Кондиција

ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИНЦИПИ НА ТРЕНИНГ КАЈ ТРЧАЊЕТО НА КРАТКИ ПАТЕКИ - СПРИНТ



УДК: 796.422.015.2

Александар Симеонов **Христијан Петрушевски**
Факултет за физичко образование, спорт и здравје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“-Скопје,
Македонија
е-пошта: acesimeonov@yahoo.com

АПСТРАКТ

Целта на овој труд е да се прикажат основните карактеристики и принципи на тренинг кај трчањето на кратки патеки - спринт. Спринтерските перформанси во голема мера зависат од генетските особини, каде што во стручната литература е познато дека брзината кај луѓето е околу 90% наследна. Сепак, клучните детерминанти (моќ, техника и специфична спринтерска издржливост), кои се од голема важност за спринтот, можат да се развиваат и подобруваат со текот на време. Во понатамошниот текст ќе биде опишано како добро познати принципи за тренинг (прогресија, специфичност, варијација/периодизација и индивидуализација) и различни методи на тренинг (на пр., спринт/трчање, технички тренинг, сила/моќ, плиометриски тренинг) се користат во тренингот кај спринтерите. Во рамките на најдобрата практика докажано е дека постои силна врска помеѓу изборот на компонентите за тренинг (модалитет, времетраење, интензитет, закрепнување) и предвидената цел на тренингот.

Клучни зборови: *спринт, тренинг, принципи, брзина, перформанси.*

BASIC CHARACTERISTICS AND PRINCIPLES OF TRAINING IN SHORT-TRACK RUNNING - SPRINT

Aleksandar Simeonov, Hristijan Petrushevski
Faculty of physical education, sport and health,
University –„ Ss. Cyril and Methodius” – Skopje,
Macedonia

ABSTRACT

The purpose of this paper is to show the basic characteristics and principles of training in running short distances - sprint. Sprint performance largely depends on genetic traits, where it is known in the professional literature that speed in humans is about 90% hereditary. However, the key determinants (power, technique and specific sprint endurance) that are of great importance to sprinting can be developed and improved over time. In what follows, it will be described how well-known training principles (progression, specificity, variation/periodization, and individualization) and different training methods (eg, sprint/running, technical training, strength/power, plyometric training) are used. in sprinters' training. Within best practice, it has been demonstrated that there is a strong relationship between the selection of training components (modality, duration, intensity, recovery) and the intended training goal.

Key words: sprint, training, principles, speed, performance.

ВОВЕД

Трчањето на кратки патеки - спринт е возбудлива атлетска дисциплина која бара високо ниво на експлозивна сила, брзина и издржливост. За да бидат успешни во оваа високоинтензивна дисциплина, спринтерите е потребно да комбинираат добро дизајнирана тренинг-програма со правилна исхрана. Со овие две клучни компоненти спринтерите можат да ги оптимизираат своите перформанси и да постигнат врвни резултати на атлетската патека. Спринтерите се фокусираат на комбиниран развој на сила, моќност, брзина и агилност. Тренингот на спринтери вообичаено се состои од интензивни експлозивни напори на кратки дистанци, со нагласеност на техника и форма на изведба. Целта на овие тренинзи е унапредување на забрзувањето, максималната брзина и способност да се одржи високо ниво на брзина. Дополнително, вежбите за зајакнување како што се чучњеви, исчекори, плиометрија и други имаат витална улога во подобрување на мускулната сила и експлозивноста. Меѓутоа, добро структурирана тренинг-програма, сама по себе, не е доволна за да спринтерот постигне успех. Правилната исхрана, исто така, има огромно значење, затоа што обезбедува неопходно „гориво“ за тренинг, помага во закрепнувањето после тренинг и ја поддржува општата здравствена состојба на спринтерот.

ДЕТЕРМИНАНТИ ЗА ИЗВЕДБА НА СПРИНТ

Спринтот на 100 метри се категоризира во три главни фази: стартно забрзување, трчање со максимална брзина и влегување во финиш. Фазата на стартното забрзување може да биде поделена на почетна положба (поставување во стартен блок и стартна реакција), средна и завршна секвенца. Времето на реакција кај спринтерите од светска класа е типично 0,17-0,18 ± 0,03 s. Обликот на кривата на брзина е конзистентен низ нивото на изведба, но времетраењето и квалитетот на секоја фаза се разликуваат од спортист до спортист. Генерално, максималната брзина е во голема корелација со перформансите на спринт на 100 метри и најдобрите спринтери забрзуваат на подолго растојание од своите колеги со пониски перформанси. Табелата 1 прикажува преглед на времиња од светскиот рекорд на 100 метри на Јусеин Болт од 2009 година, како и времиња на поквалитетни спринтери.

Table 1 Split times (mean ± SD) across 100-m sprint performance level

	n	30 m (s)	60 m (s)	80 m (s)	30–60 m (s)	60–80 m (s)	80–100 m (s)	60–100 m (s)
100 m men								
9.58[a]	1	3.78	6.31	7.92	2.53	1.61	1.66	3.27
9.71–9.80	5	3.82 ± 0.01	6.37 ± 0.03	8.05 ± 0.03	2.55 ± 0.02	1.68 ± 0.03	1.72 ± 0.03	3.40 ± 0.05
9.81–9.90	7	3.83 ± 0.04	6.42 ± 0.04	8.12 ± 0.02	2.60 ± 0.02	1.70 ± 0.03	1.75 ± 0.02	3.45 ± 0.05
9.91–10.00	12	3.85 ± 0.04	6.46 ± 0.04	8.18 ± 0.04	2.61 ± 0.02	1.73 ± 0.01	1.77 ± 0.02	3.50 ± 0.03
10.01–10.10	21	3.89 ± 0.04	6.51 ± 0.03	8.26 ± 0.03	2.62 ± 0.03	1.74 ± 0.01	1.79 ± 0.02	3.54 ± 0.04
10.11–10.20	24	3.95 ± 0.04	6.60 ± 0.05	8.36 ± 0.05	2.64 ± 0.03	1.75 ± 0.01	1.81 ± 0.04	3.57 ± 0.03
100 m women								
10.61–10.70	4	4.07 ± 0.02	6.89 ± 0.03	8.76 ± 0.03	2.82 ± 0.01	1.87 ± 0.02	1.90 ± 0.05	3.78 ± 0.06
10.71–10.80	12	4.10 ± 0.03	6.94 ± 0.04	8.83 ± 0.03	2.84 ± 0.01	1.88 ± 0.02	1.93 ± 0.03	3.82 ± 0.04
10.81–10.90	5	4.17 ± 0.06	6.99 ± 0.04	8.89 ± 0.03	2.85 ± 0.02	1.90 ± 0.01	1.95 ± 0.03	3.86 ± 0.04
10.91–11.00	6	4.17 ± 0.07	7.05 ± 0.04	8.97 ± 0.03	2.87 ± 0.04	1.92 ± 0.02	1.99 ± 0.03	3.92 ± 0.04
11.01–11.10	6	4.18 ± 0.05	7.09 ± 0.03	9.03 ± 0.02	2.89 ± 0.04	1.94 ± 0.02	2.01 ± 0.02	3.95 ± 0.03
11.11–11.20	9	4.20 ± 0.05	7.15 ± 0.05	9.13 ± 0.04	2.95 ± 0.02	1.98 ± 0.02	2.04 ± 0.04	4.02 ± 0.05

The calculations are based on biomechanical reports from international championships [23–30]
[a]Usain Bolt's world record race from 2009

Моќта, техниката и специфичната спринтерска издржливост се сметаат за клучни детерминанти за перформансите на спринтот на 100 метри. Постои многу силна врска помеѓу максималната хоризонтална излезна моќност и перформансите на спринт; колку е пократко растојанието што се поминува со спринтот толку е поголема поврзаноста со

максимално хоризонтална излезна моќност. Побарувачката за излезна енергија во спринтот се зголемува експоненцијално со брзината. Максимално хоризонтална излезна моќност кај мажи и жени од светска класа спринтери е 30,3 ± 2,5 и 24,5 ± 4,2 W kg− 1 , соодветно, обично се постигнува по ~ 1 s од спринтот. Највисоките индивидуални вредности за мажи и жени биле 36,1 и 29,3 W kg− 1 соодветно, што претставува моментална горна граница кај луѓето. Изведбата на спринт во голема мера е зависна од генетските особини. Чарли Френсис, светски познат тренер за спринт, изјави: „Спринтерите се раѓаат, не се прават“. Генетските предиспозиции вклучуваат не само антропометриски карактеристики, пропорции и тип мускулни влакна, туку и капацитет за приспособување на тренинг.

Развој на перформанси на спринтот

Капацитетот за изведба на спринт се зголемува и се намалува во текот на животниот век преку раст, созревање, тренинг и стареење. Возраста на која врвните спринтери од светска класа постигнуваат највисок успех е типично 25-26 години. Спортистите што започнале со специјализиран тренинг додека се млади, исто така, може да имаат тенденција да го достигнат својот врв на перформанси во порана возраст отколку своите колеги кои се специјализираат нешто подоцна. Светските топ 100 спринтери во раните дваесетти години годишно ги подобруваат перформансите во опсег од само 0,1-0,2%. Најдобрите светски машки и женски спринтери на сите времиња се подобриле просечно за 8% од 18-годишна возраст, додека соодветното подобрување на спринтери во Норвешка на национално ниво било 1,3-1,4%. Сепак, станува многу голем предизвик да се подобрат, па дури и да се одржат спринтерските перформанси над 30-годишна возраст, повеќето веројатно поради нервни и/или хормонални фактори и намалување во дистрибуцијата на влакна од тип II и/или површина на пресек. Несоодветна прогресија на тренинг ги зголемуваат шансите за нефункционално тренирање, претренирање и стагнација на перформансите. Широко распространет е ставот дека елитните перформанси бараат околу 10 години или 10 000 часа однапред смислена соодветна пракса за стекнување на потребните вештини и искуства за натпреварување на интернационално ниво. Јавно достапната биографија на Усеин Болт покажува дека исклучително талентираните спортисти можат да достигнат меѓународно ниво во рок од само 5-6 години со соодветен тренинг.

ПРИНЦИПИ НА ТРЕНИНГ

Како основа за долгорочна стратегија за тренинг, тренерите се потпираат на добро воспоставени принципи на тренинг за да дизајнираат соодветни програми, со чија реализација ќе се стремат кон постигнување врвни перформанси и резултати.

Прогресивно преоптоварување

Долгорочниот развој на перформансите се постигнува само кога спортистите се изложени на систематско зголемување на оптоварување на тренингот со текот на времето, додека е обезбедено соодветно закрепнување. Навистина, капацитетот за изведување и апсорбирање на големите оптоварувања за време на тренинзите е резултат на адаптација со текот на времето и талентот сам по себе. Оптоварувањето на тренинзите во спринт-трчањето се одредува со низа компоненти, како на пример, модалитет на тренинг (на пр., спринт/трчање, тренинзи за сила, плиометриски тренинзи), времетраење, интензитет, периоди на одмор, површина за трчање и обувки. Принципот на прогресивно преоптоварување е предвиден да го намалува ризикот од повреда и претренираност, додека стимулираат долгорочни адаптации на тренинг. Прекумерното и брзо зголемување на оптоварувањата на тренинзите најверојатно се одговорни за голем дел од повредите на меките ткива. Во спринтерски дисциплини фазата на тренирање веднаш по претсезоната и преодната фаза помеѓу подготвителниот период и натпреварувачката сезона се особено ранливи периоди за

повреда. Забележано било дека две третини од сите повреди на мускулите од задна страна на натколеницата (задна ложа) се случиле во преодниот период помеѓу специфичната подготовка и натпреварувачката сезона. Овој период се карактеризира со големи намалувања на обемот на тренингот, зголемување на интензитетот на тренингот/брзината на спринт. Затоа, во почетните недели од тренинг-програмата за спринт треба да се остави постепен процес на запознавање и во однос на интензитетот и времетраењето/повторувањата. Покрај тоа, од клучно значење е спринтерите постепено да го мобилизираат својот максимален спринтерски капацитет како што се приближува натпреварувачката сезона. Кога разликата помеѓу брзината на тренингот и брзината на натпреварот е преголема, ризикот од повреда се чини дека се зголемува, но недостасуваат збирните податоци за овој однос кај натпреварувачките спринтери. Површината за трчање и обувките се клучни и специфични модификатори на оптоварувањето за време на спринтот. Генерално, се претпоставува дека колку што површината е потврда толку е поголемо невромускулното оптоварување на долните екстремитети. Повеќето елитни спринтери изведуваат високоинтензивни спринтерски тренинзи со шилести чевли на патека која има гумирана површина. Бидејќи таквиот облик на тренинг бара голема вклученост на централниот нервен систем, емпириските докази сугерираат дека интензивните спринтерски сесии побаруваат најмалку 48 часа закрепнување пред повторно да се изведе тој тип тренинг. Спротивно на тоа, сесиите за закрепнување или нискоинтензивните интервали обично се изведуваат со амортизирани патики за трчање на трева или на вештачка трева.

Специфичност

Адаптациите на тренинг се специфични за применетиот стимул, според шеми на движење како што се мускулните дејства и мускулни групи кои се користени, брзина на движење, опсег на движење, оптоварување на тренинг и вклучените енергетски системи. Базирано на овие размислувања, не е изненадувачки што трчањето спринт и движењата со голема брзина се најважни за подобрување на перформансите на спринт. Според Чарли Френсис, главен стимул е бројот на метри претрчани со спринт со висок интензитет. Сепак, има и варијации во специфични услови. На пример, спринт-трчање може да се изведе во потпомогнати или отежнати услови. Другите „помалку специфични“ форми на тренинг како што се сила, моќ и плиометрија вообичаено се изведуваат за да се постигнат основните компоненти на спринтерски перформанси.

Периодизација

Матвеев (Matveyev) е првиот што напишал книга за периодизација во тренингот во 1960-тите години. Клучна карактеристика за традиционалниот модел на периодизација бил ран акцент на висок волумен на тренинг со низок интензитет, проследен со постепена транзиција кон повисок интензитет на тренинзи и намален волумен како што се приближуваа натпреварувачките периоди. Неколку водечки спринтерски тренери се скептични за класичниот модел на периодизација затоа што: (1) иницијалниот висок волумен/тренингот со низок интензитет води до несоодветни адаптации, (2) тренинг со висок интензитет поблиску до натпреварувачка сезоната опфаќа недоволен волумен и (3) наглото засилување на тренингот на крајот од подготвителниот период доведува до непотребно зголемување на ризик од повреди. Треба да се напомене дека сепак многу тренери за спринт применуваат форма на традиционална периодизација, со помали варијации во интензитетот и волуменот отколку оригиналниот модел на Матвеев. Блок-периодизацијата на тренинг е воведена од Веркошански (Verkhoshansky) во 1980-тите години и била широко користена од истакнати тренери. Под терминот „блок-тренинг“ генерално се разбира дека се состои од циклуси на тренинг со високо концентрирани специјализирани оптоварувања. Јавно достапните информации укажуваат дека алтернативните модели на периодизација се користат во рамките на елитни спринтерски заедници. Избор на моделот на периодизација зависи од растојанието на

спринт (100 m наспроти 400 m), секојдневие (гимназија/факултет/универзитетско ниво, професионалци наспроти полупрофесионалци или аматери) и традиција. Некои тренери го класифицираат годишниот тренинг во една подготвителна фаза и еден натпреварувачки период. Двојна периодизација (т.е. две кулминациски фази) е почеста, која се состои од подготвителна фаза, сезона во затворен простор, нова подготвителна фаза и, конечно, сезона на натпревари на отворено. Класификација на тренинзи во „тешки“ и „лесни“ недели во рамките на подготвителните периоди е уште еден важен аспект во периодизацијата. Водечките тренери обично користат 2:1 или 3:1 периодизација, односно 2 или 3 недели со релативно високо оптоварување на тренинзите се проследени со полесна недела и тренинзи чија главна цел е закрепнување. Моделот на периодизација „од долго кон кратко“ (long-to-short) е типично применет од специјалисти за долг спринт. Овој пристап се фокусира на долги растојанија во раниот подготвителен период и напредува кон кратки растојанија во текот на годината. Уште попопуларен модел на периодизација за спринтери беше воведен од Чарли Френсис во 1980-тите години, наречен „од кратко кон долго“ (short-to-long). Овде периодите на тренинг главно се разликуваат по релативниот акцент на секоја фаза од спринтот: забрзување, максимална брзина и забавување. Почетните мезоциклуси се фокусираат на кратки спринтови и тренинзи за моќ кулминирајќи со сезоната во затворен простор каде што 60 m е главен настан. Максималната брзина е приоритетна по сезоната во затворен простор, додека издржливоста специфична за спринт станува поприоритетна кога се приближува сезоната на отворено. Според моделот, полесно е да се подобри максималната брзина и потоа да се продолжи времетраењето во кое брзината може да се одржува. Моделот на од кратка кон долга периодизација осигурува дека развиените вештини не се изгубени. Овој пристап од кратко кон долго е користен од многубројни водечки практичари во последните децении. Друга клучна карактеристика во рамките на моделот на периодизација „од кратко кон долго“ е поларизиран концепт за обука. Поконкретно, интензитетот на спринт треба да биде или ≥ 95% или < 70% од максималната брзина за подобрување на перформансите или олеснување на закрепнувањето, соодветно. Се претпоставува дека интензитетите од среден опсег (70-95%) не се корисни за подобрување перформанси или закрепнување и треба да се избегнува. Ден Пфаф, тренерот на Донован Бејли (поранешен светски рекордер на 100 метри и олимписки шампион), многу години практикувал истовремен, поларизиран и кратко кон долго модел на размислување во рамките на градба на микроциклус. Се користат тридневни тренинг-блокови: во понеделник се изведуваат кратки забрзувања, максимална брзина во среда и спринт специфична издржливост во петок. Забележуваме дека поларизираниот тренинг кој се изведува во одредени спринтерски заедници има голема сличност со дистрибуцијата на интензитетот на тренингот кај елитните спортисти на издржливост, која обично се организира по поларизирана шема.

Индивидуализација

Индивидуализацијата е општ принцип за тренинг и се однесува на идејата дека тренингот мора да биде соодветно пропишан според индивидуалниот капацитет за изведба и предиспозиции како антропометриски фактори, тренинг-статус, возраст, пол, статус на закрепнување, повреда. На пример, кинематиката на спринт варира според нивото на изведба и антропометриските фактори. Ова ги вклучува просторно-темпоралните променливи, позиционирањето на блокот за почеток, аголот на трупот во тек на раната фаза на забрзувањето, агли на зглобовите на долните екстремитети. Оттука, тренерите не можат да спроведуваат спринт-механика на која нивните спортисти не се предиспонирани од природата. На пример, просечниот спортист најверојатно ќе спринта побавно кога се обидува да ја приспособи должината на чекорот со спринтер од светска класа бидејќи силите за реакција на земјата обично стануваат повертикално ориентирана. Вкупниот обем на тренинг генерално се зголемува со години на тренирање, но како што спортистите се приближуваат до својот максимален потенцијал на крајот на нивната кариера, обемот на тренинг може да се намали за да се приспособат на зголемената потреба за време на

закрепнување помеѓу тренинзите со висок интензитет. Ова се совпаѓа со промените во концентрацијата на анаболички хормони кои играат клучна улога во метаболизмот, заздравување на ткивата и анаболните способности на телото како одговор на тренингот. На пример, тестостеронот е позитивен за перформанси во спринтот. Од третата деценија, нивото на тестостерон во циркулацијата постепено се намалува секоја година.

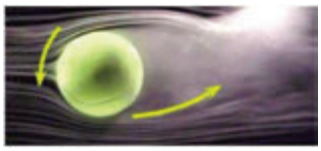
ЗАКЛУЧОК

Тренирањето на спринтерите во атлетиката е ригорозен и повеќеслоен процес кој бара комбинација од физички, ментални и технички елементи. Целта на ваквиот тренинг е да се оптимизираат перформансите на спринтерот и со тоа овозможувајќи им да го постигнат својот целосен потенцијал на патеката. Со тренинзите за спринтери се постигнува: развој на брзина, развој на сила и моќ, издржливост и кондиционирање, усовршување на техниката, ментална подготвеност, а освен тренингот од големо значење се и одморот и закрепнувањето. Како многу битни елементи за успех на спринтерот и високи резултати се вбројуваат и флексибилност и мобилност, исхрана и хидратација, периодизација, индивидуализација. Севкупно, од еден спринтер се бара посветеност, дисциплина и холистички пристап кој се однесува на сите аспекти на физичкиот и менталниот развој на спортистот. Со комбинирање на овие елементи спринтерите можат да го откријат својот целосен потенцијал и да се натпреваруваат на највисоките нивоа во атлетиката.

ЛИТЕРАТУРА

Bompa, T. O. (1999). Periodization Training: Theory and Methodology-4th: Theory and Methodology-4th. Human Kinetics publishers. Fleck S.J.,
Бчваров, М. (1999). Лека Атлетика, НСА, Софија.
Kraemer W.J. (1996). Periodization beakthrough !. Advanced Research Press USA
Lactate Threshold and How to Run Faster (2020) Jyväskylä, Finland: Firstbeat Technologies https://www.firstbeat.com/en/blog/lactate-threshold-and-how-to-run-faster/
Maffetone, P. (2018). *The big book of speed training and strength*, New York, USA.
Радиќ, З., Симеонов, А. (2020). Атлетика - техника, Скопје.
Радиќ, З., Симеонов, А. (2013). Атлетика – методика, Скопје.
Stankovic, D., Rakovic, A. (2010). Atletika, Niš.
https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/29/2/article-p85.xml?content=pdf
http://www.cefid.udesc.br/arquivos/id_submenu/911/nutrition_for_the_sprinter.pdfhttps://www.eforcesports.com/blog/sprinting-mechanics-made-simple-max-velocity
https://www.iwinmyway.online/
https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/29/2/article-p85.xml
https://www.livingstonac.com/fs/1/info/coaching/Sports_Nutrition_for_Sprinters.pdf
https://la84.org/wp-content/uploads/2016/09/LA84trackfield.pdf
https://www.academia.edu/48622175/Training_and_Nutritional_Needs_of_the_Masters_Sprint_Athlete
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6872694/
https://outperformsports.com/sprint-training-program/

МАГНУСОВИОТ ЕФЕКТ ВО СПОРТОТ



УДК: 796.3.012.575

Александар Ацески
Факултет за физичко образование, спорт и здравје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“-Скопје,
Македонија
е-пошта: aceskiaceski@gmail.com

Катерина Спасовска
Владимир Вуксановиќ

АПСТРАКТ

Спортот изобилува со физички феномени кои ја воодушевуваат публиката. Во текстот е опишан Магнусовиот ефект кој вообичаено се забележува кај спортовите со топка/че кога таа истовремено се движи со транслација и ротација. Најчести удари кои резултираат со појава на Магнусов ефект се: топ-спин карактеристичен во тенис, пинг-понг и во одбојка, бек-спин во тенис, пин-понг и голф и сајд-спин удар во тенис, фудбал и пинг-понг.

Познавањето на овој феномен е од значење за подобрување на техниката на изведување на движењата.

Клучни зборови: флуид, топка, дефлексија, ротација, транслација.

THE MAGNUS EFFECT IN SPORT

Aleksandar Aceski, Katerina Spasovska, Vladimir Vuksanovikj
Faculty of physical education, sport and health,
University –„ Ss. Cyril and Methodius” – Skopje,
Macedonia

ABSTRACT

Sports are full of physical phenomena that amaze the audience. The text describes the Magnus effect which is commonly seen in sports with balls that moves with translation and rotation at the same time. The most common shots that result in the Magnus effect are: top spin characteristic in tennis, table tennis and volleyball, back spin in tennis, ping pong and golf and side spin shot in tennis, soccer and table tennis.

Knowledge of this phenomenon is important for improving the technique of performing movements.

Key words: fluid, ball, deflection, rotation, translation.

Кондиција

ВОВЕД

Спортот секогаш воодушевува со својата убавина. Понекогаш неговата фасцинантност не произлегува само од физичките дострели или резултатот што го постигнале спортистите, туку од појавата на одредени феномени кои предизвикуваат невообичаено движење на предметите (топката или топчето) и кои секогаш се причина за задоволство кај гледачите. Еден од тие феномени е и Магнусовиот ефект преку кој се објаснува скршнувањето на топката или топчето од неговата првична траекторија.

Првите објаснувања за латералната дефлексија на предметите кои истовремено се движат со транслација и ротација датира уште од околу 1671 година кога Исак Њутн го забележал овој феномен додека следел тениски натпреварувања на колеџот во Кембриџ (Newton, 1671, Thompson, 1910 како што е наведено во Seifert, 2012).

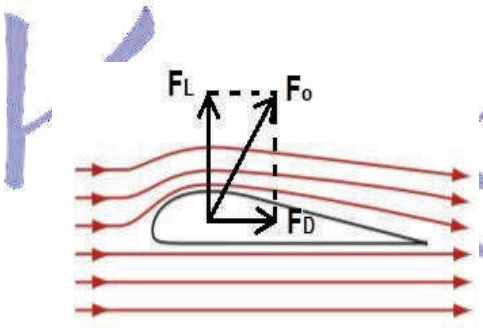
Подоцна овој феномен целосно го опишал Хајнрих Магнус во 1852 година (Magnus, 1852, Magnus, 1853 како што е наведено во Cayzac et al., 2011). Денес во негова чест овој феномен го носи неговото име.

Во текстот е направен кратка анализа на Магнусовиот ефект и неговата примена во неколку спортски ситуации.

Појава на Магнусовиот ефект и негова примена во спортот

За да може да се разбере овој физички феномен, неопходно е човек да се запознае со Бернулиевиот принцип. Овој принцип покажува дека притисокот на воздухот е помал на онаа страна од телото каде што струењето на воздухот е поголемо, со што се предизвикува движење на телото во насока на помалиот воздушен притисок. На слика 1 е прикажано авионско крило на кое се забележува дека на горната испапчена страна воздушниот притисок е помал бидејќи горните струјни линии побрзо се движат од долните што е причина за создавање на поткревна сила F_L.

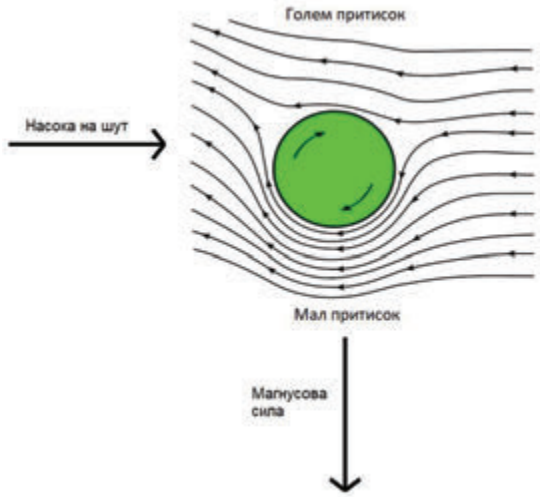
Во спортот појавата на Магнусовиот ефект е главно карактеристична за телата (најчесто топка/че) со округла форма кои истовремено се движат со транслација и ротација. За овие тела да можат да се движат истовремено со транслација и ротација, потребно е врз нив да дејствува ексцентричен ударен импулс (слика 2).



Слика 1. Аеродинамичната сила F_o со нејзините компоненти - силата на челен отпор F_d и поткревната сила F_L кај авионско крило

Слика 2. Импулсот на силата дејствува надвор од тежиштето на топката и предизвикува ротација на топката

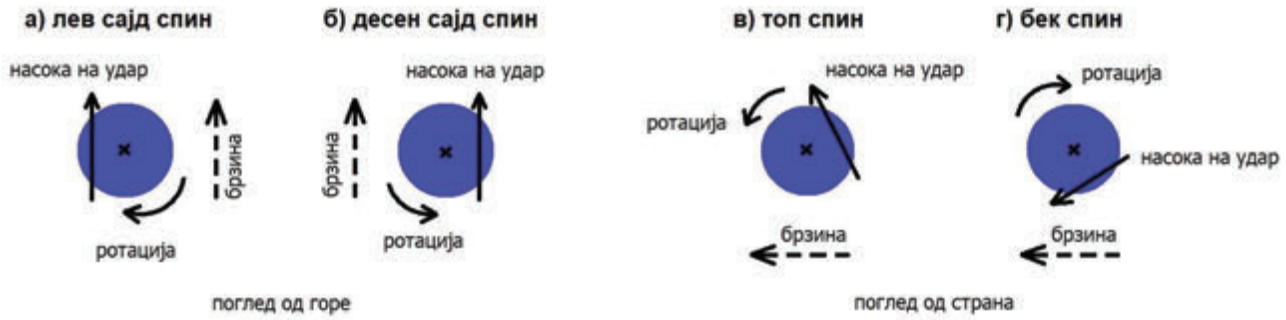
Имајќи го предвид Бернулиевиот принцип кај топката што ротира, од едната страна притисокот се намалува поради поголемата брзина на воздушно струење, што е причина за создавање аеродинамична сила наречена Магнусова сила (слика 3). Оваа сила секогаш дејствува перпендикуларно (нормално, под прав агол) на протокот на флуидот покрај топката.



Слика 3. Магнусова сила кај топка во фаза на лет

Кај спортовите со топка, покрај присуството на голема линеарна брзина на топката/чето, исто така, е присутна и голема аголна брзина (ротација) која во зависност од насоката на дејствување на ударниот импулс може да биде странична ротација (сајд-спин), горна (или предна) ротација (топ-спин) или задна ротација (бек-спин) (слика 4).

Гледано во хоризонтална рамнина, ротациите во лево и десно (сајд-спин) (слика 4-а и 4-б) познати се уште како „фелш“, „ефе“ удар (сечена топка) или банана-удар поради формата на траекторијата која ја опишува топката/чето која наликува на банана. Оваа ротација која ја закривува траекторијата на топката во насока на ротацијата поради помалиот воздушен притисок овозможува во фудбалот да се постигне гол од слободен удар, па дури и од корнер или од која било друга позиција со заобиколување на живиот ѕид поставен од играчите (слика 5).



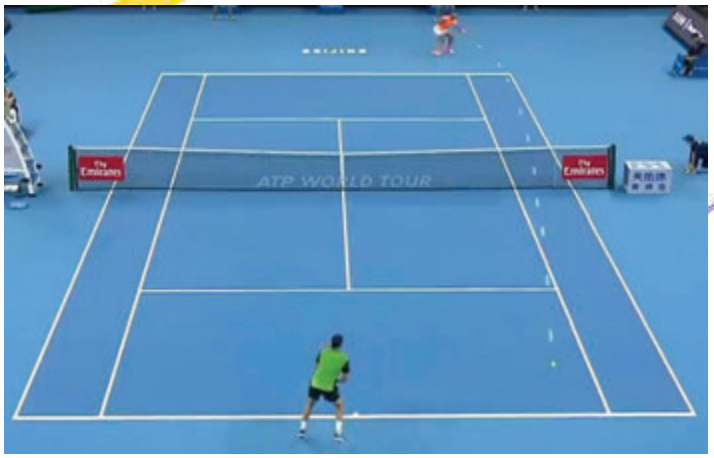
Слика 4. Ротација на топката/чето во зависност од насоката на ударот (ударен импулс)

Потврда за ова е голот на бразилскиот фудбалер Роберто Карлос постигнат против Франција во 1997 година кој важи за еден од најспектакуларните голови во историјата. Во оваа категорија голови вреди да се спомене и голот на македонскиот репрезентативец Артим Шаќири постигнат од корнер против репрезентацијата на Англија во 2002 година.

Во тенисот страничната ротација (слика 4-а и 4-б) се користи за да се надмудри противникот на неочекуван начин, најчесто преку негово заобиколување, со што се отежнува реакцијата за враќање на топчето во предвиденото поле (слика 5). Оваа ротација тенисерот ја користи и во сервисот (т.н. слајс-сервис) кога сака да предизвика ефект на странично закривување на топчето, односно странично оддалечување на топчето од тенисерот кој го прима сервисот. Горната (предна) ротација (слика 4-в) најчесто тенисерот ја користи при „лобување" на противничкиот играч кој е излезен на мрежа. Бидејќи во овој случај Магнусовата сила е насочена надолу, топчето ќе закривува во таа насока, а откако ќе ја допре подлогата забрзано ќе отскокне и ќе се оддалечува од тенисерот правејќи го недостижно. Преку задната ротација (слика 4-г), намерата на тенисерот е да го пласира топчето блиску до мрежата (т.н. „дроп-шот"). На овој начин, поради горната насока на Магнусовата сила, топчето подолго ќе се задржи во воздух, меѓутоа кога ќе ја допре подлогата ќе отскокне кон назад.

Слика 5. Шут на топката со „фелш" или „ефе" од слободен удар е карактеристичен во фудбалот

Од многуте ситуации во пинг-понгот кои изобилуваат со атрактивност можеби највпечатливи се оние кога играчот од дефанзива преминува во офанзива благодарение на овој „банана-удар". На сликата 6 е прикажано ова сценарио кога пинг-понгарот успева толку точно и дозирано да го удри топчето кое во моментот на ударот се наоѓа дури и под нивото на масата така што тоа повторно се враќа на противничката страна благодарение на комбинацијата од сајд-спин и топ-спин.



Слика 5. Банана-удар во тенис

Слика 6. Банана-удар во понг-понг

Слика 7. Топ-спин сервис во одбојка

Слика 8. Бек-спин удар во голф

Топ-спинот (слика 4-в) е најчест натпреварувачки сервис во одбојката, кој исто така поради горната ротација на топката која брзо паѓа надолу кон противничкото поле е тежок за прием (слика 7). За разлика од одбојката, во голфот потребно е топчето да се задржи подолго во воздухот со цел да помине поголемо растојание и да се доближи што е можно поблиску до дупката (слика 8). Голферот ќе го постигне ова доколку топчето го удри со бек-спин (слика 4-г) давајќи му на топчето задна ротација.

ЗАКЛУЧОК

Спортот изобилува со спектакуларни моменти кои се предизвикани од физички феномени кои ја фасцинираат публиката насекаде низ светот. Еден од највпечатливите феномени присутен во спортовите со топка/че е Магнусовиот ефект кој главно се манифестира преку закривување на траекторијата на топката/чето.
Развојот на науката и технологијата овозможија подетално да се разбере овој физички принцип со што на спортистите им се овозможува да постигнуваат поточни и контролирани удари, а на гледачите уште повеќе да уживаат во следењето на натпреварите.
Исто така, овој ефект има своја примена и во дизајнот на авиони и бродови каде што е потребно да се создаде дополнителна поткревна сила или погонска сила.

ЛИТЕРАТУРА

Seifert, J. (2012). A review of the Magnus effect in aeronautics. *Progress in Aerospace Sciences, 55*, 17-45. http://dx.doi.org/10.1016/j.paerosci.2012.07.001
Cayzac, R., Carette, E., Denis, P., and Guillen, P. (2011). Magnus Effect: Physical Origins and Numerical Prediction. ASME. *J. Appl. Mech*. September 2011; 78(5): 051005. https://doi.org/10.1115/1.4004330

Кондиција

Тираж:

100 примероци

Адреса:

ул. “Димче Мирчев“ бр. 3

1000 Скопје

П. ФАХ. 681/ тел. 389 (0) 2/3113 654

Кондиција (ISSN 1857-9620) претставува стручно спортско списание во кое се објавуваат наслови поврзани со општествените, биомедицинските, природно-математичките, хуманистичките науки во контекст на спортот, физичкото образование, спортскиот менаџмент, спортската инфраструктура, спортската информатика, рехабилитацијата, рекреацијата, спортското новинарство, спортскиот маркетинг, спортската психологија, спортската исхрана, спортската медицина, биомеханиката и многу други.

ВОДА
СПОКОЈ
ПРЕЦИЗНОСТ
ВРВНИ
РЕЗУЛТАТИ
ПОБЕДА

ПИЈ ОД ИЗВОРОТ!

КОЖУВЧАНКА

ISSN 1857-9620