БИОМЕХАНИЧКИ ФАКТОРИ НА МУСКУЛНАТА СИЛА



УДК: 796.015.52

Александар Ацески **Александар Туфекчиевски** **Марко Стевановски**

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, Факултет за физичко образование, спорт и здравје, Република Македонија
Ел. пошта:
aceskiaceski@gmail.com

АПСТРАКТ

Мускулната сила на човекот претставува една од најпроучуваните моторни спсособности, што е од особено значење не само во спортот туку и за сите видови физички активности.
Познавањето на биомеханичките фактори на мускулната сила е важно во планирањето и во програмирањето на спортскиот тренинг.
Во трудот е направен краток осврт на биомеханичките фактори од кои зависи манифестирањето на мускулната сила.

Клучни зборови: биомеханика, мускули, мускулна сила, физичка вежба.

BIOMECHANICAL FACTORS IN HUMAN STRENGTH

Alexandar Aceski, Alexandar Tufekchievski, Marko Stevanovski

„Ss. Cyril and Methodius“ Univsersity in Skopje, Faculty of Physical Education, Sport and Health

ABSTRACT

The muscle strength of man is one of the most studied motor skills, which is essential not only in sports but in all kinds of physical activities.
The knowledge of the biomechanical factors of muscle strength is important in the planning and programming of sport training.
This paper is a brief overview of biomechanical factors that determine the manifestation of muscle strength.

Key words: biomechanics, muscle, muscle strength, physical exercise.

ВОВЕД

Биомеханиката како интердисциплинарна наука претставува функционален спој од анатомија, од физиологија, од физика и од математика, односно таа е интегрална целина од функционална анатомија, од физиологија на мускулниот и на нервниот систем, од механика и од математика. Во рамките на својот простор на дејствување, како егзактна наука ги применува механичките принципи во проучувањето на структурата и на функцијата на живите организми, најчесто при нивната физичка активност, а тоа овозможува на многу прецизен начин да се одреди нивниот биомеханички статус.

Во текстот е направен кус осврт на биомеханичките фактори што се важни за мускулната сила.

БИОМЕХАНИЧКИ ФАКТОРИ НА МУСКУЛНАТА СИЛА

За манифестирањето на моторните активности (физички вежби), на човекот му е потребна одредена мускулна сила преку која ги совладува силите што се присутни кај движењето. При манифести-рањето на мускулната сила кај човекот се присутни неколку биоме-ханички фактори: нервната контрола, површината на напречниот пресек на мускулот, распоредот на мускулните влакна, должината на мускулот, аголот во зглобот, брзината на мускулната контракција, аголната брзина во зглобот и големината на телото (Baechle et al. 2008).

НЕРВНА КОНТРОЛА

Нервната контрола влијае на силата со која дејствува мускулот преку одредување на тоа кои моторни единици, колку од нив се вклучени и степенот на нивното активирање. Генерално мускулната сила би била поголема ако: а. поголем број на моторни единици се вклучени во контракцијата, б. моторните единици се со поголема величина или в. поголем степен на нивното активирање.

Голем дел од подобрувањето на силата во првите неколку недели се однесува на нервната адаптација бидејќи мозокот учи како да манифестира сила.

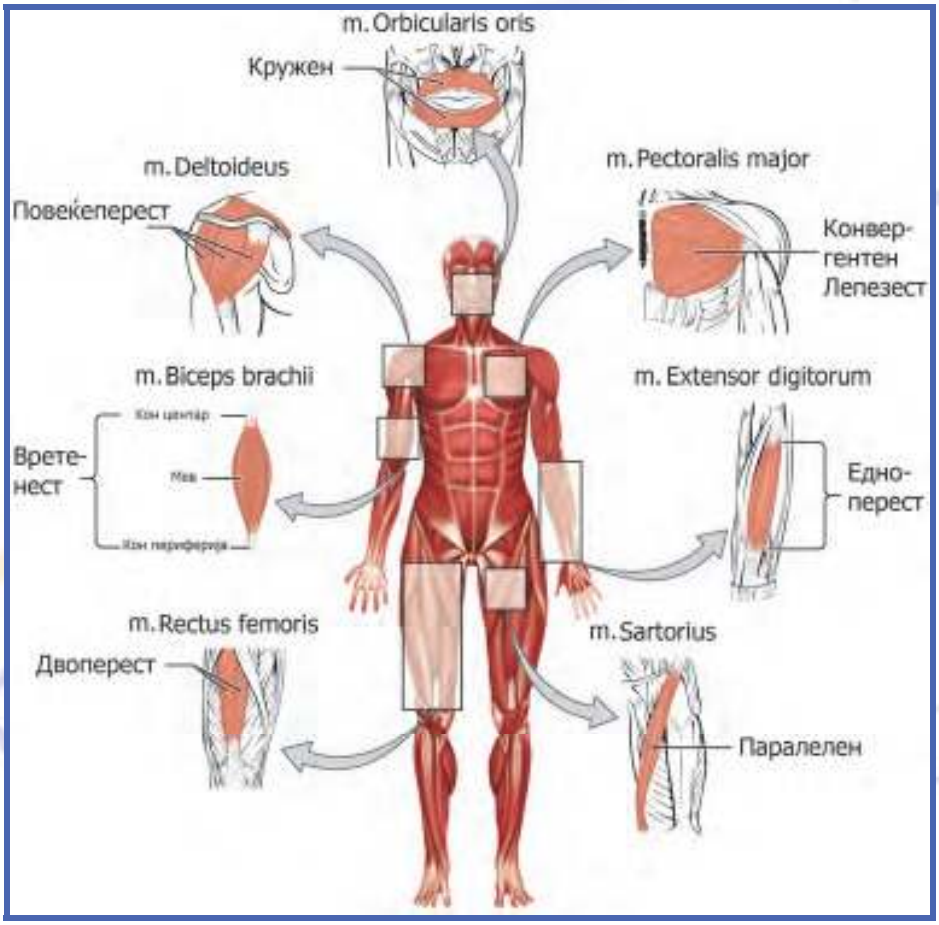
ПОВРШИНА НА НАПРЕЧНИОТ ПРЕСЕК НА МУСКУЛОТ

Силата со која мускулот може да дејствува е повеќе поврзана со неговата површина на напречен пресек отколку со неговиот волумен. На пример, ако двајца спортисти со сличен процент на масти во телото, но различна висина, имаат ист обем на надлактот (бицепсот), нивната површина на напречен пресек е речиси иста. Во тој случај, иако повисокиот и потешкиот спортист има подолг мускул, па според тоа и поголем волумен, силата на бицепсот кај двајцата спортисти ќе биде иста. Со иста сила, но поголема тежина на телото, повисокиот спортист има помала способност за подигнување или забрзување на сопственото тело при вежбање на калистенични вежби или гимнастика. Поради тоа повеќето од гимнастичарите не се многу високи.

РАСПОРЕД НА МУСКУЛНИТЕ ВЛАКНА

Максимално контрахираните мускули се во состојба да манифестираат сила 16-100 N/cm^2 на површина на напречен пресек. Широ-киот опсег може да е како резултат на варијациите во распоредот и во поставеноста на саркомерите во однос на надолжната оска на мускулот. Перестите мускули имаат влакна што се косо поставени во однос на тетивата налик на пердув. Нивниот агол е дефиниран како агол меѓу должината на мускулните влакна и замислената линија меѓу централниот и периферниот мускулен спој.

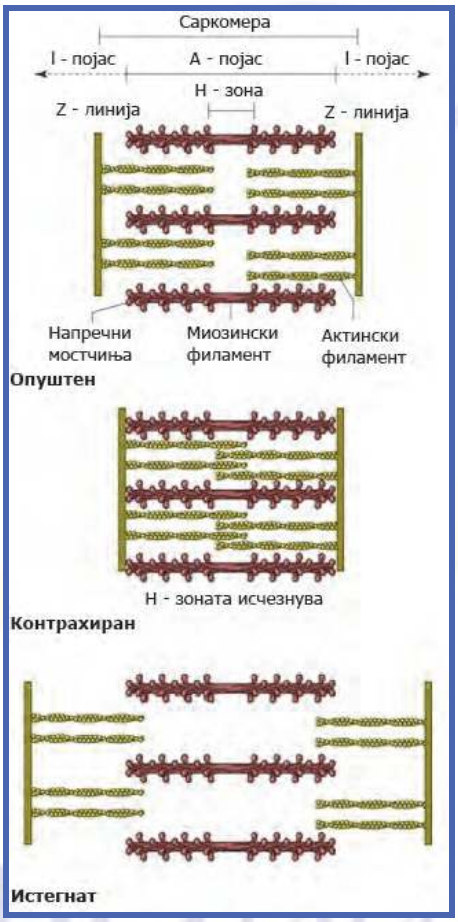
Повеќето од мускулите кај човекот се перести, но малку од нив имаат агол на поставеност 15^O. Меѓутоа овој агол не е константен, туку се зголемува како што се скратува мускулот. Факторите што влијаат на аголот на поставеноста на мускулните влакна влијаат и на силата и на брзината на скратување доколку површината на напречниот пресек е непроменета. Мускулите што се со поголем агол на поставеност на мускулните влакна имаат поголема можност да генерираат сила во однос на оние со помал агол и неперестите мускули. Овие мускули се лоцирани кај оние делови на телото што претставуваат лостови на сила.



Слика 1. Распоред на мускулните влакна

МУСКУЛНАТА ДОЛЖИНА

Кога мускулот е во неговата опуштена должина, актинските и миозинските филаменти (нишки) лежат едни до други така што се достапни максимален број на напречни мовчиња. Затоа мускулот при оваа должина може да генерира најголема сила. Кога мускулот е истегнат преку неговата опуштена должина помал дел од актинските и од миозинските филаменти лежат едни до други. Поради тоа има помалку потенцијални напречни мовчиња, така што мускулот не може да генерира толку голема сила како при опуштената должина. Кога мускулот е контрахиран преку неговата опуштена должина актинските филаменти се преклопуваат така што и бројот на напречните мовчиња е намален, па според тоа и можноста за генерирање на сила (Coburn & Malek, 2012; Enoka 2008).



Слика 2. Шематски приказ на интеракцијата на актинските и на миозинските филаменти при опуштен, контрахиран и истегнат мускул.

АГОЛ ВО ЗГЛОБОТ

Движењата на човечкото тело најчесто се изведуваат преку ротација на одреден зглоб или повеќе зглобови така што и силите што ги генерираат мускулите се манифестираат како вртливи моменти. Според тоа поголемиот вртлив момент подразбира и поголема тенден-ција на генерираната сила да го ротира делот од телото околу одреден зглоб. Поради релацијата на силата и на должината на мускулот, како и промените во лостот како резултат на геометријата на мускулите, тетивите и внатрешните структури во зглобот, големината на вртли-виот момент што може да дејствува околу некој зглоб варира во текот на амплитудата на движењето.

БРЗИНА НА МУСКУЛНАТА КОНТРАКЦИЈА

Максималната сила со која мускулот може да дејствува зависи и од брзината на неговото скратување (McGinnis 2013; Zatsiorsky & Kraemer 2006). Експериментално е докажано дека силата на мускулите се намалува со зголемувањето на брзината на контракција (Hill 1970).

При зголемување на брзината на исто движење на мускулот, тој поминува во режим на сè побрзо скратување, па поради дејството на вискозната компонента мускулната сила е сè помала. Ова е една од причините поради која спортистите во некои од дисциплините каде што се мери должината на скокот или фрлањето, постигнуваат само за малку подобар резултат од спортистите кои се пониска класа, иако резултатите од мерењата на изометриската сила на нивните мускулни групи покажува значително поголема разлика (Ilić i Mrdaković 2009).



Слика 3. Релација сила – брзина

АГОЛНА БРЗИНА ВО ЗГЛОБОТ

Присутни се три основни видови мускулни контракции, и тоа: концентрична (миометриска) контракција, ексцентрична (плиометриска) контракција и изометриска контракција (Туфекчиевски и Ацески, 2009).

Концентрична (миометриска) мускулна контракција – мускулната сила е поголема од надворешната, притоа должината на мускулот се намалува. На пример: фазата на подигнување на тег со две раце од положба на стоење, фазата на подигнување на трупот од лежење на грб, фазата на испружување на ногата за шут.

Ексцентрична (плиометриска) контракција – надворешната сила е поголема од мускулната сила, притоа должината на мускулот се зголемува. На пример: фазата на спуштање на тегот со две раце од положба на стоење, фазата на спуштање на трупот од положба на седење.

Изометриска мускулна контракција – мускулната сила е изедначена со надворешната сила, притоа должината на мускулот не се менува. На пример: задржување на положба во полусклек, задржување на положба во мост, задржување на положба во полуклекнување.



Слика 4. Вртливиот момент кај ексцентричната и кај концентричната мускулна контракција

Вртливиот момент на мускулната сила се менува во зависност од аголната брзина во зглобот и видот на мускулната контракција. Истражувањата покажуваат дека кај изокинетичките (константна брзина) вежби со концентрична контракција вредностите на вртливиот момент се намалуваат со зголемувањето на аголната брзина. И спротивно, кај ексцентричната контракција, со зголемувањето на аголната брзина во зглобот, максималниот вртлив момент се зголемува до 90^{O}/s (1.57/rad/s), а потоа постепено се намалува. Според тоа најголема мускулна сила може да се добие при ексцентричното дејствување на мускулот.

СООДНОС СИЛА-МАСА

Во многу спортови како што се спринтот, скокањето, од суштинско значење е соодносот на силата на мускулите што се активни во движењето и масата на деловите од телото што се забрзува. Според тоа соодносот сила-маса во многу спортови директно влијае на способноста на спортистот за забрзување на неговото тело или деловите од телото. На пример, доколку спортистот ја зголеми масата на телото за 15%, но силовите способности ги зголеми само за 10%, соодносот сила-маса, а со тоа и способноста на спортистот за забрзување ќе биде намалена.

Во спортовите каде што има класификација по категории, соодносот сила-маса е од исклучително значење. Доколку сите натпреварувачи имаат иста маса на телото, најсилниот од нив ќе биде во предност. Логично е соодносот сила-маса да биде помал кај поголемите спортисти во однос на помалите спортисти бидејќи со зголемувањето на телото мускулниот волумен (придружно и тежината на телото) се зголемува пропорционално повеќе отколку површината на напречниот пресек на мускулите (придружно и силата). Затоа спортистот кога ќе ја пронајде неговата адекватна натпреварувачка тежина, потребно е силата да ја зголеми колку што е можно повеќе без притоа да ја надмине неговата тежинска категорија.

ТЕЛЕСНИ ДИМЕНЗИИ

Максималната контрактилна сила на мускулите е пропор-ционална на нејзината површина на напречен пресек и претставува квадратна линеарна димензија, а мускулната маса е пропорционална на нејзиниот волумен и претставува кубна линеарна димензија. Затоа со зголемувањето на волуменот на телото, масата на телото се зголемува многу побрзо отколку силата на мускулите. При константна пропорција на телото, поситните спортисти имаат поголем сооднос сила-маса во однос на покрупните спортисти.

ЗАКЛУЧОК

Тренажниот процес на спортистите, на рекреативците, на учениците и на други учесници во физичките активности треба да се базира на примената на потврдени научни и стручни сознанија.

Познавањето на биомеханичките принципи на силовите способности е особено важно доколку целта на физичките активности е развој на силовите способности, па затоа тие треба да се имаат предвид во планирањето и во програмирањето на тренажниот процес.

ЛИТЕРАТУРА

Baechle, T.R., Earle, R.W. (2008). *Essential of Strength Training and Conditioning,* 3th edition. IL: Human Kinetics.
Enoka, M.R. (2008). Neuromechanics 4th Edition. IL: Human Kinetics.
Zatsiorsky, V.M., & Kraemer, W.J. (2006). *Science and Practice of Strength Training*, 2nd Edition. IL: Human Kinetics.
Ilić, D., i Mrdaković, V. (2009). *Neuromehaničke osnove pokreta*. Samostalno izdanje autora.
McGinnis, M.P. (2013). Biomechanics of Sport and Exercise 3th Edition. IL: Human Kinetics.
Туфекчиевски, А., Ацески, А. (2009). *Биомеханика, второ проширено и дополнето издание.* Факултет за физичка култура – Скопје.
Hill, a.V. (1970). *First and last experiment in muscle mechanics.* London: Cambridge University Press.
Coburn, W. J., & Malek, H. M. (2012). *NSCA's Essentials of Strength Personal Training* 2nd Edition. IL: Human Kinetics.