

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
ОСНОВНЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ

**ПРИМЕНА ПЛИОМЕТРИЈСКОГ ТРЕНИНГА ЗА РАЗВОЈ
ВЕРТИКАЛНОГ СКОКА, ЕКСПЛОЗИВНЕ СНАГЕ И БРЗИНЕ
ПРОМЕНЕ ПРАВЦА КОД КОШАРКАША СЕНИОРСКОГ УЗРАСТА**

Завршни рад

Студент

Никола Митровић

Ментор

Др Игор Ранисављевић, редовни професор

Београд, 2025.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
ОСНОВНЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ

**ПРИМЕНА ПЛИОМЕТРИЈСКОГ ТРЕНИНГА ЗА РАЗВОЈ
ВЕРТИКАЛНОГ СКОКА, ЕКСПЛОЗИВНЕ СНАГЕ И БРЗИНЕ
ПРОМЕНЕ ПРАВЦА КОД КОШАРКАША СЕНИОРСКОГ УЗРАСТА**

Завршни рад

Студент:

Никола Митровић

Комисија за оцену и одбрану завршног рада:

1. Др Игор Ранисављевић, редовни професор - ментор
2. Др Марко Ћосић, ванредни професор
3. Др Радивој Мандић, ванредни професор

Београд, 2025.

САЖЕТАК

Плиометријски метод тренинга има велики значај у остваривању врхунског спортског резултата. Основу плиометрије подразумевају вежбе током чијег су извођења мишићи у прелазном режиму рада (ексцентрично-концентрични). Сама природа кошаркашке игре и кретања која су доминантна у истој јасно стављају до знања зашто је плиометрија нашла тако добру примену у овом спорту. Нарочито битан елемент кошарке је скок а он се може знатно повећати коришћењем плиометријских вежби које често подразумевају извођење разних варијанти скокова. Поред тога, постоје и вежбе за горњи део тела које такође имају значај у кошарци. Када је реч о самом тренингу, треба имати у виду да је потребан висок ниво спремности како би се остварили одговарајући резултати и како би се смањио ризик од повреда.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: кошарка, тренинг, плиометрија, експлозивност, скок

Садржај

1. УВОД.....	1
2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА	3
2.1. Анализа кошаркашке игре	3
2.1.1. Физиолошки захтеви игре	4
2.2. Дефинисање јачине и снаге.....	6
2.3. Експлозивна снага	7
2.3.1. Дефицит експлозивне силе.....	9
2.4. Повратни режим рада мишића	10
2.4.1. Преактивација и мишићна крутост	13
2.4.2. Неурални механизми плиометријског тренинга	16
2.4.3. Миотатички рефлекс (рефлекс на истезање).....	17
2.4.4. Голџијев тетивни орган (ГТО)	19
2.5. Биомеханика локомоторног система у тренингу плиометрије	20
2.5.1. Импулс силе одскока	22
2.6. Адаптација на плиометријски тренинг	22
2.6.1. Мишићно-скелетне адаптације на плиометријски тренинг	22
2.7. Плиометријски метод у комбинацији са другим тренажним методама	24
2.7.1. Француски контрастни метод	25
2.7.2. Комплексни тренинг.....	26
3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА.....	27
4. ПЛИОМЕТРИЈСКИ ТРЕНИНГ У ПРАКСИ	35
4.1. Класификација плиометријских вежби.....	35
4.1.1. Фаза 1 – скокови са стабилним доскоком	35
4.1.2. Фаза 2 – скокови преко препрека.....	37
4.1.3. Фаза 3 – вежбе са додатним поскоком.....	39
4.1.4. Фаза 4 – експлозивни, контролисани и континуирани скокови	39
4.2. Пример мезоциклуса специфичноприпремне фазе кошаркаша сениора	40
5. ЗАКЉУЧАК	52
6. ЛИТЕРАТУРА	53

1. УВОД

Плиометријски тренинг представља тренинг снаге који највећим делом садржи вежбе које чине различите варијанте скокова. Такве вежбе се примењују у тренажном процесу ради побољшања мишићних перформанси као што су брзинска снага и реактивна снага. У зависности од циља тренинга, плиометријске вежбе могу бити различитог садржаја. Најзаступљеније вежбе су скок без замаха руку (енг. *CMJ - countermovement jump*), поскоци и дубински скокови. Плиометријски тренинг није искључиво усмерен на доње екстремитете, већ има широку примену на горње екстремитете као и на труп.

Примењиван самостално или у комбинацији са осталим тренажним методама, плиометријски тренинг утиче на побољшање разноврсних компонената спортског перформанса као што су скок, спринт и способност брзе промене правца. Предуслов за ефикасну примену плиометрије у тренажном процесу јесте познавање основних теоријских и практичних знања (механизам дејства плиометрије, физиолошке адаптације на плиометријски тренинг, програмирање тренинга и периодизацију) који подржавају овај метод тренинга.

Водећи тренер и стручњак који се бавио радовима везаним за плиометрију је Јури Верхошански, руски тренер и теоретичар спортског тренинга. Може се рећи да је најзаслужнији за успехе овог метода у првим годинама његове примене, а и данас много тога што знамо о плиометрији потиче од раних радова Верхошанског. Током седамдесетих година појавило се веће интересовање западних стручњака за плиометрију. Совјетски атлетичари који су у то време увелико користили овај метод постизали су изузетне резултате у атлетским скакачким дисциплинама, па је то навело стране тренере да озбиљније проуче овај тренинг.

Вертикални скок представља способност спортисте да се одрази са тла и подигне своје тело у висину користећи експлозивну снагу мишића доњих екстремитета и координацију руку. Вертикални скок је важан за кошаркаше приликом скок шута где виши одраз омогућава играчу да изведе шут преко противника, значајну улогу игра током хватања офанзивног и дефанзивног скока, такође већи вертикални скок даје предност у блокирању и ометању напада противника на кош. Висина вертикалног скока је кључни показатељ експлозивне снаге и атлетских способности кошаркаша, директно утиче на офанзивну и дефанзивну игру и често прави разлику између врхунског и просечног играча.

Када се у обзир узму моторичке способности које доприносе успеху у кошарци може се рећи да је снага у самом врху. У односу на типове испољавања снаге (максимална, репетитивна, брзинска, експлозивна), приметно је да у кошаркашкој пракси највећи број елемената игре зависи од добро развијене експлозивне снаге. Скокови, кратка и брза кретања, брзе промене правца кретања су неки од њих. Управо из овог разлога је плиометријски тренинг веома присутан у кошарци и значајан је фактор изузетног нивоа спремности који карактерише данашње врхунске кошаркаше. Јаковљевић (2010:181), наводи да „посебно место у тренингу снаге кошаркаша има плиометријски метод, пре свега у тренингу скочности и експлозивне снаге руку и раменог појаса“.

Експлозивна снага је веома значајна способност у многим спортским гранама (кошарка, одбојка, рукомет, фудбал, атлетика итд.). У кошарци се манифестује кроз различите варијанте скокова, честих и наглих промена правца кретања, убрзања и успоравања, додавања и слично. Услед великог утицаја на перформансе кошаркаша неопходно је пажљиво радити на њеном развоју током дугогодишњег тренажног процеса.

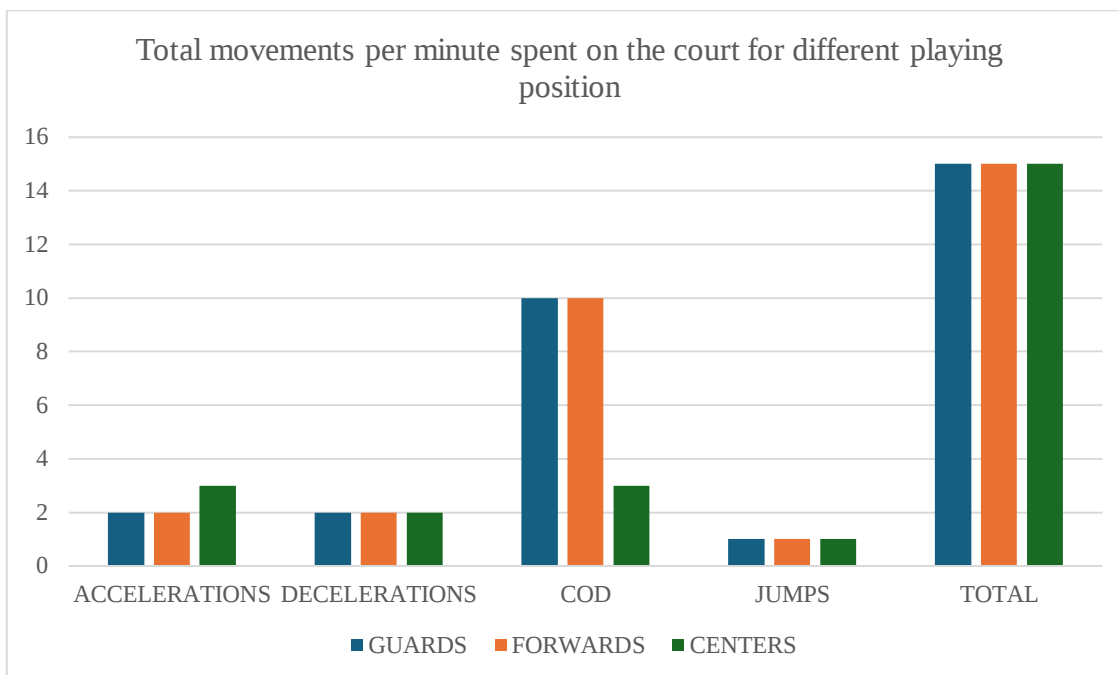
2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА

2.1. Анализа кошаркашке игре

Кошарка је интермитентан спорт са честим заустављањем и започињањем кретања, током којих се играчи крећу на различите начине и испољавају своје вештине док трче, скачу, утрчавају, мењају правац кретања са или без лопте. Једна од основних моторичких способности које врхунски кошаркаши морају да поседују је координација. Заједно са координацијом, брзина прираста силе је значајна узимајући у обзир да је кључно трчати брже и скакати више од противника.

Играчи стоје једну трећину времена током утакмице а 44% времена од трајања утакмице проведу изводећи специфична кошаркашка кретања. Основне врсте кретања које се мере током утакмица су убрзање, успоравање, промена правца и скок. Интензитет кретања представља важан фактор на који треба обратити пажњу и подељен је у категорије, од ниског до високог интензитета. У просеку, потребна су 22 минута да се заврши једна четвртина (10 минута). Време проведено на клупи током тајм-аута, 2 минута паузе и полувреме искључени су из анализе. Сви играчи пређу укупно 30470 метара током утакмице, од чега су 6094 метра у просеку по играчу уколико играју свих 40 минута. Од тих 6094 метара, сваки играч претрчи 385 метара у зони високог интензитета (брзина трчања већа од 5м/с). Када се пређена дистанца високог интензитета упореди са осталим четвртинама, нема значајних разлика између прве и четврте четвртине. Током утакмице играчи у просеку играју 18 од 40 минута.

У зависности од позиције на терену, постоје разлике у кретању између играча. Центри изведу већи број високоинтензивних убрзања, док бекови и крила чешће мењају правац кретања. Бекови изводе највећи број успоравања (децелерација) у односу на друге позиције у тиму. Када се говори о високоинтензивним скоковима, не постоје разлике између позиција.



Табела 1. Анализа кретања кошаркаша по позицијама, Свилар (2022).

Узимајући у обзир све наведене параметре, две кључне моторичке способности врхунских кошаркаша су:

1. Агилност за брза заустављања и промене правца кретања;
2. Висок ниво снаге за извођење убрзања и скокова.

2.1.1. Физиолошки захтеви игре

У претходном делу су као најзначајније моторичке способности наведене координација, снага и агилност, које су потребне спортистима да ефикасно изводе експлозивна кретања. Чињеница је да је у физичкој припреми основни циљ одложити време појаве замора на терену и приказати већи ниво издржљивости током високоинтензивних активности од противника, стога је неопходно да тренери разумеју физиолошке захтеве кошарке како би припремили оптималан тренажни стимулус.

Кошарка је интервалан спорт који у себи садржи кретања као што су ходање, трчање ниским интензитетом али и високоинтензивна кретања. Међутим, доминантан енергетски извор још увек је под научним испитивањима и дебатама. Јасно је да поновљена кретања високог интензитета зависе од анаеробног капацитета, алактатног и

лактатног. Додатно, аеробни капацитет има важну улогу у опоравку између експлозивних (анаеробних) кретања.

Типично трајање свих активности током игре приказано је у табели испод, приказујући да скоро све радње, посебно високог интензитета, трају приближно 2 секунде. Детаљ на који се мора обратити пажња јесте учесталост различитих кретања, где је однос између рада и одмора 1:10 (2 секунде интензивног рада праћене су са 20 секунди одмора). Просечна вредност срчаног пулса варира од 158 до 169 откуцаја у минути, док је вредност највеће фреквенције између 188 и 198 о/мин. Ниво лактата у крви износи 5.8 ± 1.3 ммол/л. Играчи у просеку претрче 7558 ± 575 метара, од којих су 1684 метра латералног кретања (22%), што представља још један важан фактор за израду специфичних програма припрема.

На основу свих ових сазнања долази се до закључка да се кошаркаши значајно ослањају на добијање енергије путем аденозин трифосфата (АТП) и креатин фосфата (ЦП). Будући да однос рада и одмора не дозвољава потпуну ресинтезу креатин фосфата, гликолитички систем је активан у великој мери, што доводи до пораста нивоа лактата у крви. Успех у кошарци зависи највише од анаеробне моћи спортисте, а тренери имају задатак да пронађу оптималну и индивидуализовану стратегију развоја аеробног система, с обзиром да прекомерне вредности максималне потрошње кисеоника могу негативно утицати на анаеробни систем, са посебним утицајем на силу и снагу.

MOVEMENT CATEGORY	GUARDS	FORWARDS	CENTERS
STAND	1.6 ± 0.0	1.9 ± 0.3	1.7 ± 0.0
WALK	1.6 ± 0.3	2.0 ± 0.5	2.1 ± 0.1
JOG/RUN	2.5 ± 0.3	2.9 ± 0.5	3.0 ± 0.2
SPRINT	1.9 ± 0.4	2.1 ± 0.4	2.4 ± 0.4
SPECIFIC LOW INTENSITY	1.7 ± 1.8	1.9 ± 0.2	1.8 ± 0.0
SPECIFIC MODERATE INTENSITY	1.4 ± 0.2	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.0
SPECIFIC HIGH INTENSITY	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.0
PICK	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.3 ± 0.0

Табела 2. Разлике у трајању различитих врста кретања по позицијама, Свилар (2022).

2.2. Дефинисање јачине и снаге

Сила (енг. *force*) је физичка величина која представља меру узајамног деловања тела са околином, којом се утиче на промену кретања (брзине, смера, правца) или облика тела (нпр. сила гравитације или трења). Када се та сила генерише у мишићу, онда се она назива јачина (енг. *strength*). Јачина представља способност човека да испољи силу, односно да савлада спољашњи отпор или да му се супротстави. Јачина у том смислу представља максималну мишићну силу која настаје током максималне вољне контракције у задатим условима, где јој је сходно томе и највеће испољавање у изометријским условима (статички) или када се услед великог отпора он савладава малом брзином.

Zatsiorsky (1995) дефинише снагу човека као његову способност да савлада спољашњи отпор или да му се супротстави помоћу мишићних напрезања, односно мишићном силом. Жељасков (2002) дефинише снагу као способност човека да делује или да се супротставља физичким објектима из спољашње средине путем мишићног напрезања (контракције) које се преко система полуга преноси на тело.

За разлику од мишићне силе (*јачине*) која се изражава у њутнима (*N*), снага (енг. *power*) се изражава у ватима (*W*) и представља производ мишићне силе и брзине покрета ($P = F \times V$). Снага постоји кад год у покрету постоји бар минимум отпора и минимум брзине.

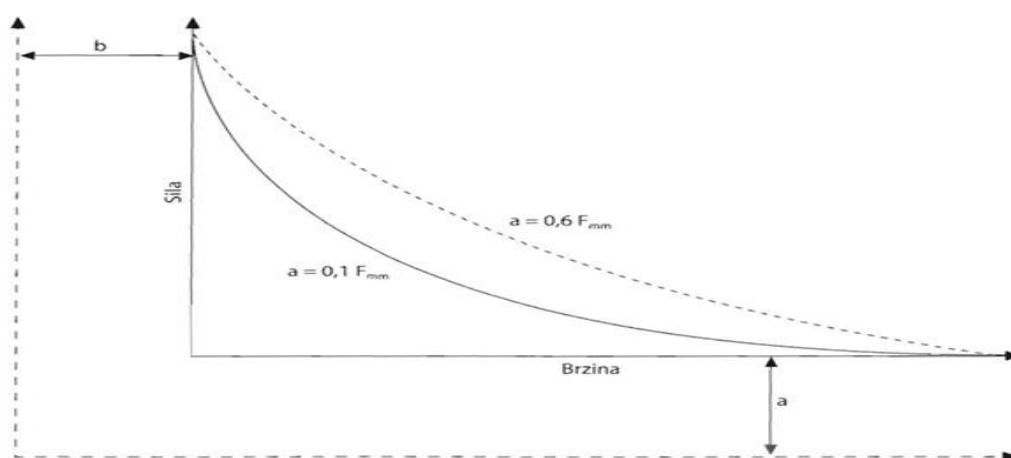
Да ли ће у покрету доминирати јачина или снага, првенствено зависи од спољашњег отпора и брзине којом се он савладава. Докле год постоји отпор који се савладава, и јачина и снага су током покрета све време присутне. Смањивањем спољашњег отпора покрети постају све бржи. Управо ту појаву описује релација сила-брзина (*F-V релација*) која представља зависност мишићне силе од брзине покрета, где су оне обрнуто пропорционалне.

Фактори од којих зависи мишићна снага могу бити:

1. Анатомски – физиолошки пресек мишића, тип мишићних влакана;
2. Неуролошки – активација и синхронизација моторичких јединица;
3. Биомеханички – дужина мишића и зглобни углови;
4. Психолошки – мотивација и вољни напор.

2.3. Експлозивна снага

Према дефиницији коју су дали Zatsiorsky i Kraemer експлозивна снага представља способност спортисте да за најкраће могуће време произведе највећу могућу силу. Фактор од ког то зависи је градијент силе (енг. *rate of force development*) и главни је показатељ снаге. Ако узмемо у обзир наведену дефиницију и формулу за израчунавање снаге $P = F \times V$, може се закључити да су односи сила-брзина и сила-време веома значајни за способност испољавања експлозивне снаге. На слици је приказан однос силе и брзине (Хилова крива).



Слика 1. Однос силе и брзине са константама a и b (Zatsiorsky i Kraemer, 2009).

Дати график описује једначину $(F + a)(V + b) = (F_{mm} + a)b = C$

F – сила;

V – брзина скраћивања мишића;

F_{mm} – максимално изометријско напрезање одређеног мишића;

a – константна димензија силе;

b – константна димензија брзине;

c – константна димензија снаге.

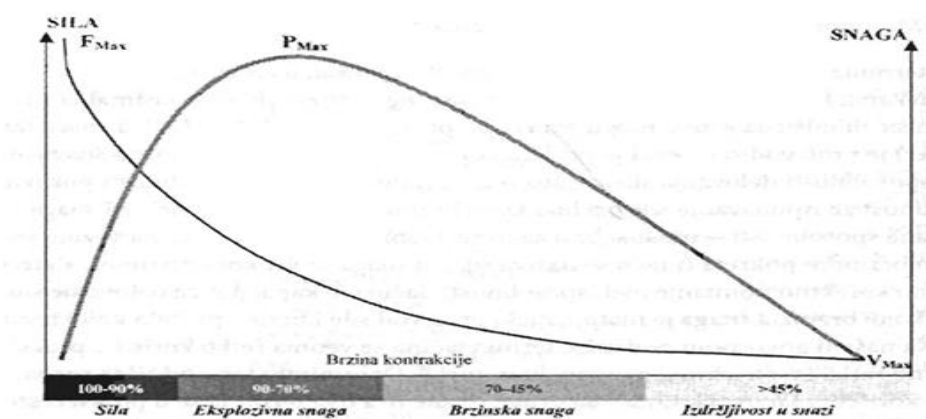
Крива која приказује однос силе и брзине може се узети као део хиперболе са спољашњом осом, приказаном на слици 1. Закривљеност на графикону који представља однос силе и брзине одређена је односом $a : F_{mm}$. Што је мањи однос, већа је кривина. Однос $a : F_{mm}$ се креће од 0,10 до 0,60. Спортисти који се баве спортовима снаге обично имају однос $a : F_{mm}$ већи од 0,30 док почетници и спортисти који се баве спортовима издржљивости имају нижи однос.

То значи да спортисти код којих је тај однос већи могу при истој брзини покрета развити веће силе од спортиста код којих тај однос има ниже вредности.

Релација сила-брзина описана Хиловом кривом има утицај на спортску праксу из следећих разлога:

- У веома брзим покретима немогуће је испољити велику силу;
- Сила и брзина које се развијају у средњем опсегу криве зависе од изометријске силе (F_{mm}), тј. максимална снага спортисте одређује вредност силе која може да буде развијена у динамичким условима.
- Максимална механичка снага се постиже у средњем опсегу силе и брзине, тј. када је сила на нивоу од 1/2 а брзина на нивоу од 1/3 од максималних вредности.

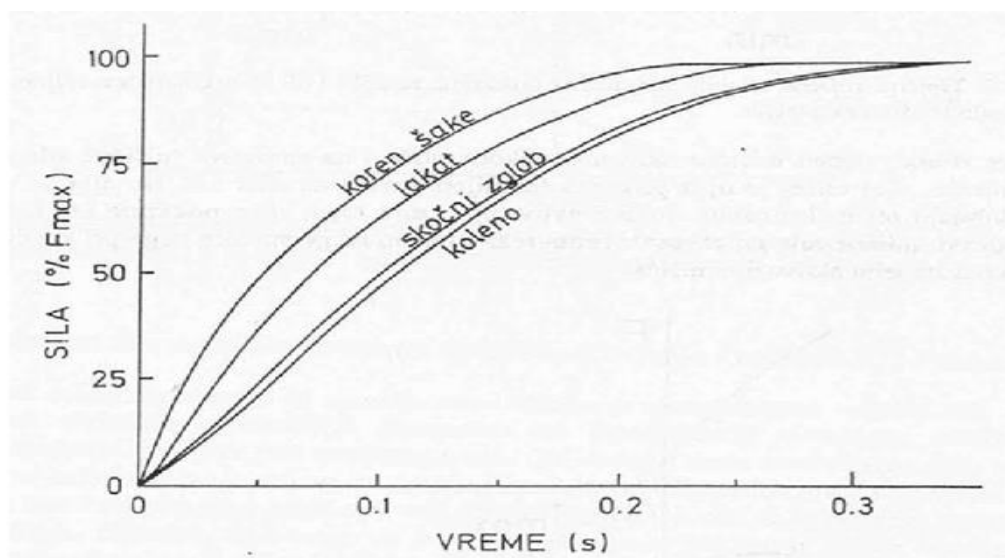
Посматрајући Хилову криву може се утврдити још једна релација, а то је релација снаге и брзине. Када се све тачке, детерминисане силом и брзином скраћења, узимајући у обзир и механичку дефиницију снаге ($P = F \times V$), споје, формираће се слика која описује однос снаге и брзине.



Слика 2. Зависност силе и снаге мишића од брзине његовог скраћења (Стефановић и сар., 2010).

Када се говори о односу силе и времена, мисли се на зависност величине испољене силе од доступног времена за обављање одређене активности. Наиме, мишићима је потребно извесно време да своју силу прилагоде одређеном степену активације централног нервног система. Према Јарићу (1997), великим групама мишића

који делују у најважнијим зглобним екстремитетима приближно је потребно од 0,20 – 0,35 секунди да постигну максималан интензитет силе.



Слика 3. Временски ток развоја силе неких мишићних група човека – релација сила-време (Јарић, 1997).

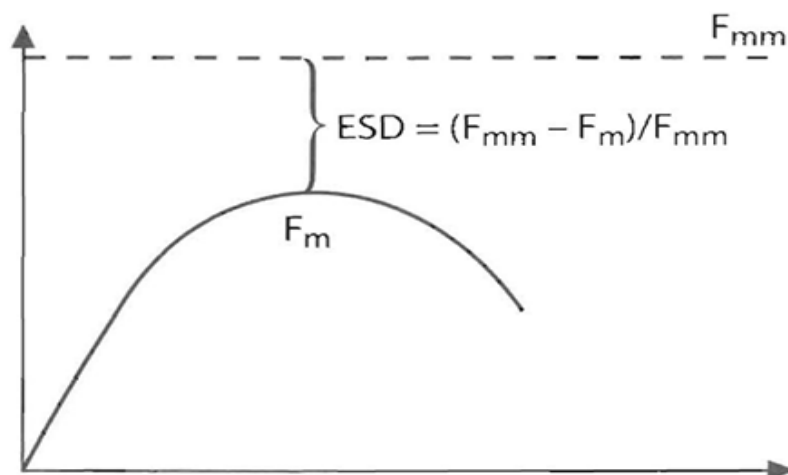
2.3.1. Дефицит експлозивне силе

Појам дефицит експлозивне силе (енг. *Explosive strength deficit* - ESD) или индекс/дефицит динамичке силе (енг. *Dynamic strength index* - DSI) представља однос између капацитета спортисте за развој максималне и експлозивне силе. Ово представља однос између највеће силе коју спортиста развија у балистичким и изометријским условима. Овај параметар одређује колико спортиста може да испољи свој потенцијал силе/снаге у брзим балистичким покретима. Што је виши ниво ESD, спортиста може више силе да испољи у брзим балистичким покретима. Према (Sheppard et al., 2011), препоруке за доминантну усмереност тренинга са оптерећењем на основу вредности (ESD) су:

1. ESD мањи од 0.6 - тренинг брзине развоја силе;
2. ESD 0.6 – 0.8 – паралелно тренирати брзину развоја силе и максималну силу/снагу;
3. ESD већи од 0.8 – тренинг максималне силе/снаге.

Пример израчунавања дефицита експлозивне силе:

$ESD = \text{Максимална сила у балистичким условима (N)} / \text{максимална сила у изометријским условима (N)}$.

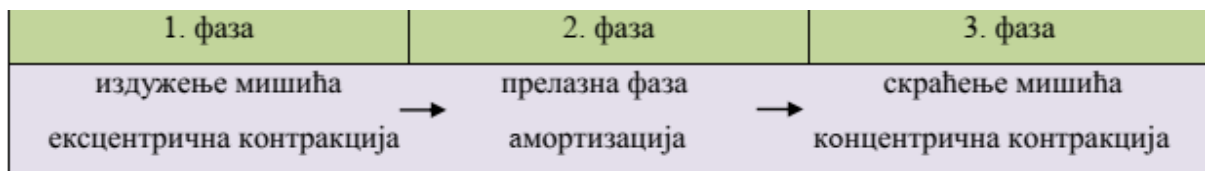


Слика 4. Одређивање дефицита експлозивне силе (Zatsiorsky и Kraemer, 1995).

2.4. Повратни режим рада мишића

У основи плиометријског метода тренинга је циклус издужење-скраћење (енг. *stretch-shortening cycle* - SSC). Овај циклус представља комбинацију ексцентричне контракције (издужење мишића) коју прати брза концентрична контракција (скраћење мишића). Управо овакав режим рада мишића чини фундамент за експлозивна кретања као што су скокови, спринтеви и промене правца кретања. Циклус издужење-скраћење се састоји из три фазе:

1. Ексцентрична фаза;
2. Фаза амортизације;
3. Концентрична фаза.



Слика 5. Схематски приказ повратног режима рада мишића, Бомпа (1993).

Брзо издужење мишића настало у иницијалном делу плиометријског кретања назива се ексцентричном фазом. Ексцентричну фазу карактерише активно издужење мишићно-тетивног система. Ова фаза плиометријских вежби настаје када се мишићно-тетивне јединице агониста и синергиста растегну под дејством кинетичке енергије или спољашњег оптерећења. Растезање мишићно-тетивне јединице током ексцентричне фазе изазива појаву циклуса издужење-скраћење, што доводи до побољшања мишићне снаге и перформанса у односу када нема иницијалног растезања.

Фаза амортизације представља кратак временски интервал између ексцентричне и концентричне фазе, а подразумева изометријску контракцију. Уколико транзиција између ексцентричне и концентричне фазе није брза и континуирана, доћи ће до расипања енергије и њеног претварања у топлоту. Ако фаза амортизације траје предуго, покрет више неће бити плиометријски јер долази до губитка бенефита циклуса издужење-скраћење.

Циклус се завршава трећом фазом, односно веома јаком и брзом концентричном контракцијом, при чему потенцијална енергија бива реализована као кинетичка у јаком експлозивном скоку. Захваљујући овој енергији концентрична контракција која се манифестује у трећој фази значајно је јача и бржа, што се манифестује у фази скока. Концентрична фаза јесте пропулзивна фаза.

Плиометријски тренинг постао је синоним за циклус издужење-скраћење који чини основу плиометрије. Базично разумевање механизма којим циклус издужење-скраћење позитивно утиче на потенцијацију перформанса јесте важан фактор који сви тренери треба да знају.

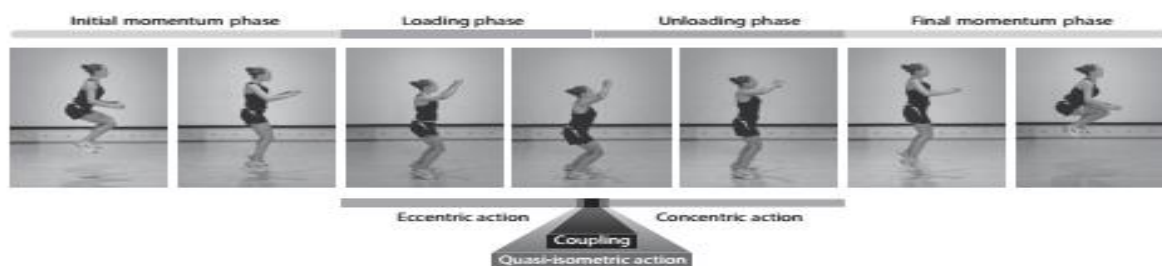


Figure 2.1 Phases of a lower-extremity plyometric exercise.

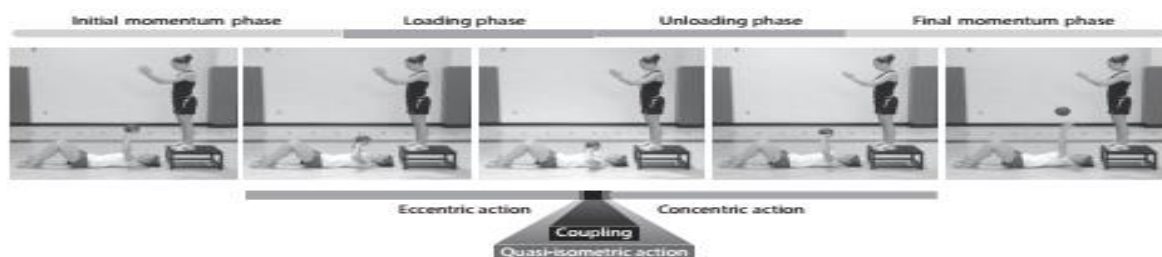


Figure 2.2 Phases of an upper-extremity plyometric exercise.

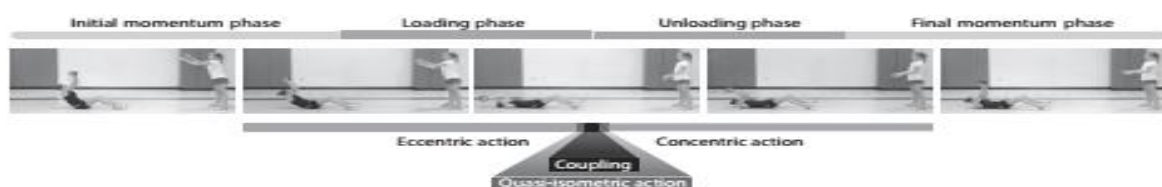
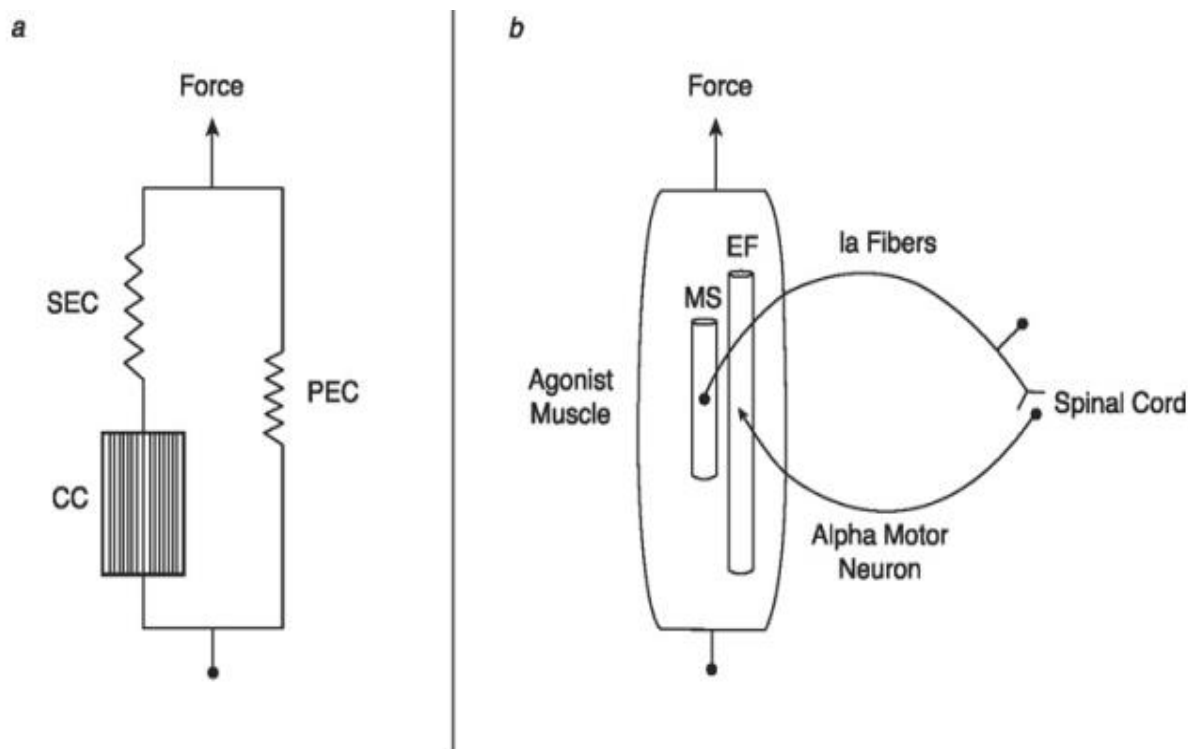


Figure 2.3 Phases of a plyometric exercise for the trunk.

Слика 6. Различите фазе плиометријских вежби, *Chi (2013)*.

Постоји неколико механизма који објашњавају потенцијацију циклуса издужење-скраћење, који могу бити механичке или нервнофизиолошке природе. Из перспективе механике, циклус издужење-скраћење се објашњава на основу складиштења еластичне енергије. Мишићно-тетивни систем се у том случају понаша као опруга. Током ексцентричне фазе, енергија се складишти у еластичној компоненти мишићно-тетивног система која се затим користи у концентричној фази покрета, директно повећавајући величину испољене силе и снаге.

Заједно са механичким факторима, неколико нервнофизиолошких механизма такође објашњавају потенцијацију циклуса издужење-скраћење. Неволни нервни процеси као што је рефлекс на истезање доприносе потенцијацији овог циклуса. Укратко, растезање мишићно-тетивне јединице иницира рефлексну реакцију мишићног вретена. Када мишићно вретено детектује нагло повећање дужине мишића, нервни импулс се шаље у кичмену мождину путем аферентних влакана типа Ia. Затим ова влакна стварају синапсу са алфа мотонеуроном изазивајући рефлексну мишићну реакцију. Ако је тајминг адекватан, верује се да упаривањем вољних и рефлексних реакција доводи до супрамаксималне концентричне активације мишића агониста.



Слика 7. (а) механички и (б) нервнофизиолошки модел циклуса издужење-скраћење.

SEC – серијска еластична компонента, CC – контрактилна компонента, PEC - паралелна еластична компонента. MS - мишићно вретено, EF - екстрафузална влакна.

Додатне теорије сугеришу да током покрета који у себи садрже циклус издужење-скраћење, ексцентрична фаза покрета повећава активно стање мишића истовремено смањујући временски интервал између надражаја и механичког одговора.

2.4.1. Преактивација и мишићна крутост

Да би се извела ефикасна реверзибилна контракција потребно је да се обезбеде 3 основна услова: преактивација мишића пре ексцентричне фазе, затим кратка и брза ексцентрична фаза и брз прелаз између ексцентричне и концентричне фазе.

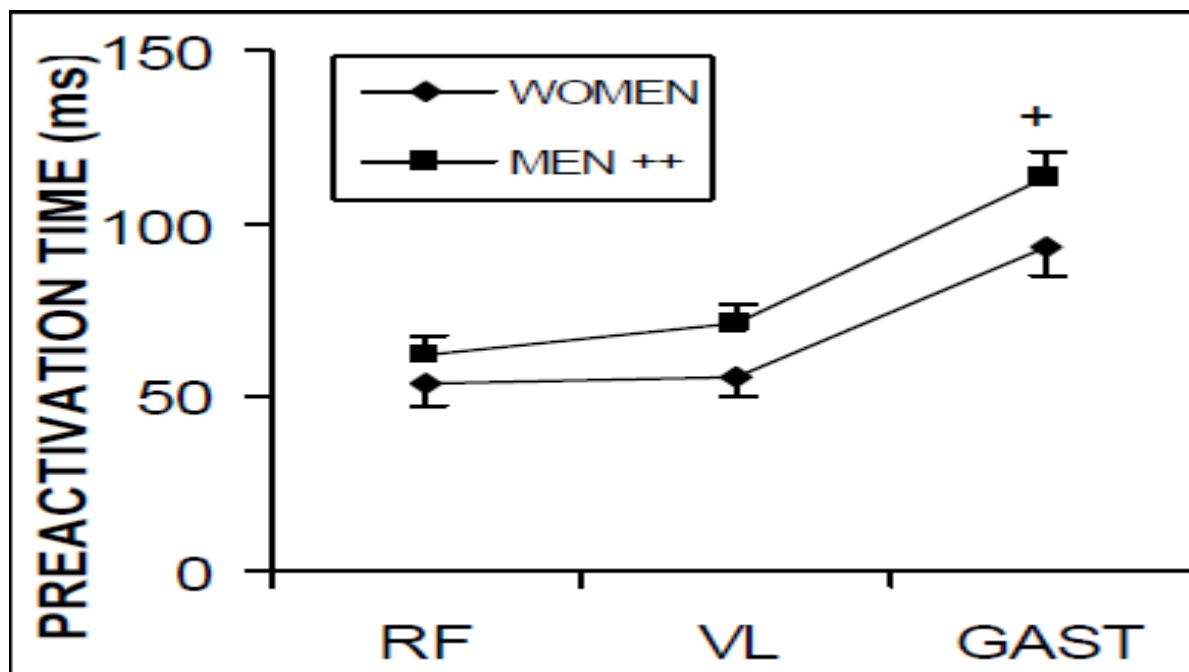


Слика 8. Приказ ексцентрично-концентричног режима.

На слици 8. се може видети један циклус реверзибилне контракције. Код човековог хода, трчања или скокова значајно оптерећење јавља се при контакту са подлогом. Ово захтева преактивацију доњих екстремитета пре контакта са подлогом, како би се екстремитети припремили за удар (Преузето од Комі, 1984).

Појава мишићне активације пре контакта са подлогом јавља се без обзира да ли су у питању доскоци са различитих висина, поскоци, трчања и ходања одређеним брзинама (Mrdaković i sar., 2006). Степен мишићне преактивације условљен је ефикасношћу ЦНС. Преактивација се јавља 150 мс пре самог контакта стопала са подлогом и она не зависи од висине са које спортиста доскаче.

Јављање мишићне силе пре контакта са подлогом јавља се ради формирања крутости контрактилне компоненте мишићног система. Ово омогућава да се искористе еластична својства мишића и тетива, обезбеђује се заштита пасивних структура пре свега лигамената и зглобова од могућих повреда. Поред овога, осигуравају се услови за брз одскок.



Слика 9. Просечно време преактивације код мушкараца и жена за одређене групе мишића (Heise et al., 2001).

Са слике 9. се може закључити да мушкарци активирају мишиће знатно раније него жене, што може делимично објаснити зашто мушкарци имају већу крутост при доскоку. За мушкарце, ранији ниво преактивације може довести до веће тензије у мишићу а самим тим и до повећања зглобне крутост (Heise et al. према Santelo & McDonagh, 1998). Ово може бити један од разлога већег повређивања жена, поготову предњег укрштеног лигамента. Прекасна преактивација може довести до лабилнијег система због чега би постојала већа могућност повреде. Такође, раније преактивација може указати на бољу ефикасност ЦНС-а код мушкараца него код жена, што је потребно даље испитати. Ово би значило да је женама потребан већи степен оваквих вежби, како би на бољи начин формирали моторни програм и припремили мишиће за судар са подлогом.

Претпоставља се да начин контакта стопала са подлогом значајно утиче на то како ће се мењати крутост система на нивоу скочног и коленог зглоба (магистарски Mrdaković, 2010). Под правилном техником дубинских скокова подразумева се да пета након доскока не дотакне подлогу, што би значило да се тада остварује већи степен крутости у коленом зглобу у односу на скочни зглоб. Контакт пете са подлогом искључује могућност трансфера еластичне енергије из

ексцентричне у концентричну фазу и повећање реакције подлоге за 1.5 до 2.5 пута. Надаље, за правилно извођење скокова било би потребно остварити већу крутост коленог зглоба. Ипак, превелика крутост доњих екстремитета може изазвати повреде коштаног система а премала меких ткива попут лигамената, тако да још не постоји јасан став о томе каква крутост система би била погодна.

2.4.2. Неурални механизми плиометријског тренинга

За важне покрете, мозак мора одлучити каквом реакцијом треба одговорити. Стога нервни импулси морају бити спроведени од мозга, преко кичмене мождине све до ефектора. Када дође до одређеног покрета, импулс се мора вратити назад обрнутим путем како би саопштио мозгу да је задатак извршен и да се може започети следећи процес. Ово је шема за активности које контролише мозак.

За расправу о плиометрији и вежбама које садрже циклус издужење-скраћење, потребно је нешто више знати о рефлексима који се јављају приликом оваквих кретних активности. Код ових вежби поред мишићне, веома значајну улогу има и неурална компонента.

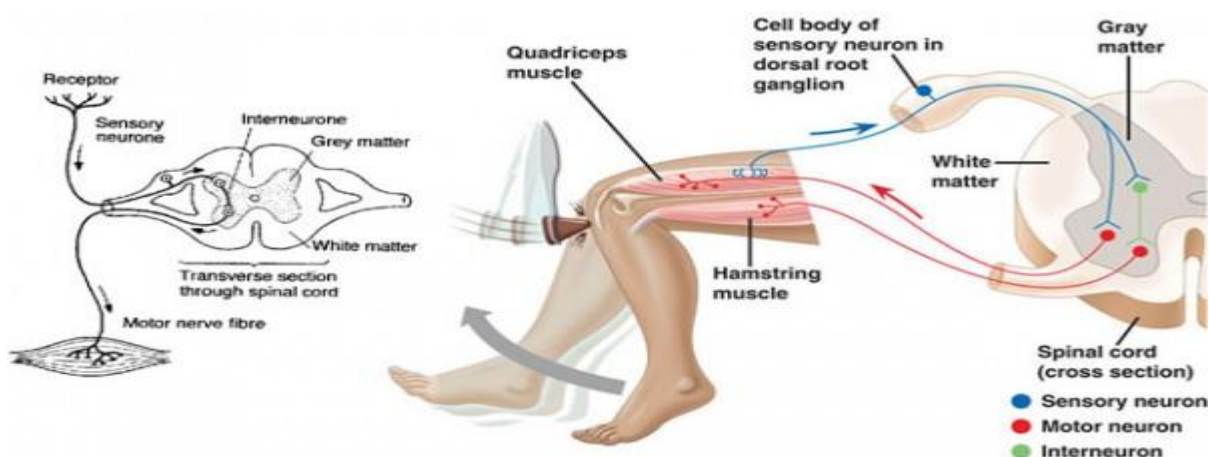
Како би представили ексцентрично-концентрични циклус, замислимо две опруге повезане у низ. Прва опруга (тетива) поседује одређене карактеристике (крутост, попустљивост) које се у покрету не мењају. Карактеристике друге опруге (мишића) мењају се и зависе од мишићне активности. Када је мишић опуштен, он је веома попустљив, што значи да има мали степен крутости. Ако и на мишић и на тетиву делује нека спољашња сила, мишић се лако може издужити. Отпорност на деформацију је мала и само се мишић издужује (али не и тетива). Међутим, ако се мишић активира, отпорност на спољашњу силу се повећава. Ако тада применимо силу напрезања деформише се тетива а не мишић. Ниво активације није константан чак и ако спортиста покушава да оствари максимално мишићно напрезање. Мишићи нису само под свесном контролом, већ је њихово деловање и несвесно тј. рефлексно, што се вероватно одиграва на нивоу кичмене мождине.

У исто време могућа су два рефлекса. Један рефлекс, тачније рефлекс на истезање, задужен је за одржавање дужине мишића. Ако се мишић издужи, тај рефлекс се активира да би пружио отпор сили деформације и вратио мишић на првобитну дужину. Други рефлекс, Голџијев тетивни орган штити мишић од повреде ако се тензија у мишићу повећа.

Стварни интензитет мишићне активације представља производ балансираног дејства ова два рефлекса (Zatsiorsky & Краемер, 2009). Ти рефлексни омогућавају да мишић задржи оптималну дужину и спречавају прекомерна мишићна напрезања које би могло проузроковати већа оштећења.

2.4.3. Миотатички рефлекс (рефлекс на истезање)

Веома важан рефлекс кога може изазвати било какво истезање мишића представља миотатички рефлекс или рефлекс на истезање. Споро или благо истезање мишића резултоваће истезању мишићног вретена. Када се истегне, активирају се примарни и секундарни аференти. Ти аферентни сигнали даље улазе у кичмену мождину. На њеном улазу, једна Ia синапса влакна директно делује на све истоимене алфа моторне неуроне који инервишу мишић од тренутка активирања аферената. Ia такође активира алфа моторне неуроне мишића синергиста, али у много мањој мери.



Слика 10. Рефлекс на истезање.

Најпознатији пример рефлекса на истезање представља ударац чекићем у пателу (*слика 10.*), који истеже мишић и активира мишићно вретено. Преко аксона, аферентним путевима се информација преноси до кичмене мождине. Сензорни неурони побуђују спиналне интернеуроне, док њихове синапсе инхибирају моторне неуроне мишића флексора потколенице. Након тога ствара се акциони потенцијал који се еферентним путевима преноси до мишићног влакна изазивајући контракцију. Мишићи флексори се опуштају зато што је активност њихових мотонейрона неутралисана. Ово илуструје пример реципрочне инервације (Purves et al. 2008). Реципрочна инервација је корисна не само код рефлекса на истезање већ и код вољних покрета. Релаксацијом антагонистичких мишића током покрета повећава се брзина и ефикасност (Kandel et al. 2000).

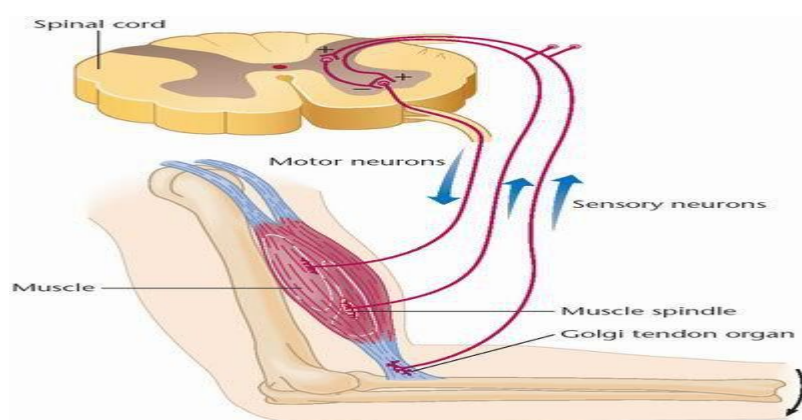
Осим оваквих примера, рефлекс на истезање игра веома значајну улогу у стајању. Гравитација истеже квадрицепс што активира Ia аференте и активира дати мишић. То надаље омогућава да се обезбеди константан тонус мишића. Ово доводи до закључка да је рефлекс на истезање кључан механизам у одржавању тонуса не само код покрета, већ и код постуралних положаја (Purves et al. 2008).

Овај рефлекс уграђен је у нервни систем и није потребна никаква свесна реакција да би се активирао. Међутим, ако га тренирамо и развијамо, може се повећати брзина и снага у дефанзивном система као и у побољшању технике. Када се вежба понавља константно више пута нервни систем се поистовећује са ситуацијом и учи како да реагује аутоматски. Да би се миотатички рефлекс развијао, поред вежби са повратним режимом рада потребно је истезати се сваки пут пре почетка тренинга плиометрије. Једини начин да би се побољшала флексибилност је кроз вежбе истезања. Фланаган предлаже да се пре самих вежби које садрже ексцентрично-концентрични режим рада примењују вежбе истезања, што би могло повећати концентричну контракцију преко неуралног потенцијала мишићне контрактилне компоненте током ексцентричне фазе. Ово може омогућити да велики број моторних јединица буде регрутован током концентричне контракције (Flanagan, 2009).

Сваки мишић је подложен миотатичком рефлексу како би се супротстављао промени дужине а посебно његовим екстремним истезањима. Када мишићна дужина пређе одређену границу, миотатички рефлекс спречава даље издужење. То је тензија која се осећа током вежби истезања. Без овог рефлекса мишић би могао врло лако да се превише истегне и покида.

2.4.4. Голџијев тетивни орган (ГТО)

Други велики мишићни рецептор смештен је на споју између мишића и тетиве и назива се ГТО (слика 7).



Слика 11. Голџијев тетивни орган.

ГТО су механорецептори који се могу наћи у скелетним мишићима сисара и они снабдевају централни нервни систем информацијама о напетости мишића. Број ГТО варира од мишића до мишића али у већини случајева је мањи од броја мишићних вретена у самом мишићу. Он је најчешће лоциран на споју између мишићног влакна и тетиве или апонеурозе. ГТО има пре свега заштитну улогу и он инхибира мишић само при високим вредностима мишићне напетости (Mileusnic & Loeb, 2006).

ГТО представља малу капсулу око 1мм дужине и 0.1мм ширине. Свака капсула је анатомски у серијама са 10-20 екстрафузалним мишићним влакнима.

Док је мишићно вретено дизајнирано да детектује промену мишићне дужине, серијска организација ГТО је конструисана за идеално детектовање мишићне напетости. То је због тога што су мишићна влакна током пасивног истезања много еластичнија него тетиве. Стога, мишићно вретено се истеже, али постоји и минимално истезање које се преноси на ГТО. Супротно од тога, када се мишић контрахује постаје нееластичан и тада се истеже тетива, што активира Голцијев тетивни орган. Због тога што се миотатички рефлекс активира променом мишићне дужине, у страној литератури Голцијев тетивни рефлекс се најчешће назива “обрнути миотатички рефлекс“. Стога имамо два система. Један који мери и одржава мишићну дужину (миотатички рефлекс) и други који мери и одржава мишићну силу (ГТО).

ГТО, као и миотатички рефлекс, има већи утицај на физиологију мишића екстензора него на мишиће флексора. Ово наводи на закључак да два рефлекса делују заједно како би се одржао оптималан одговор антигравитационих мишића током постуралних прилагођавања (Rhoades & Bell, 2008).

2.5. Биомеханика локомоторног система у тренингу плиометрије

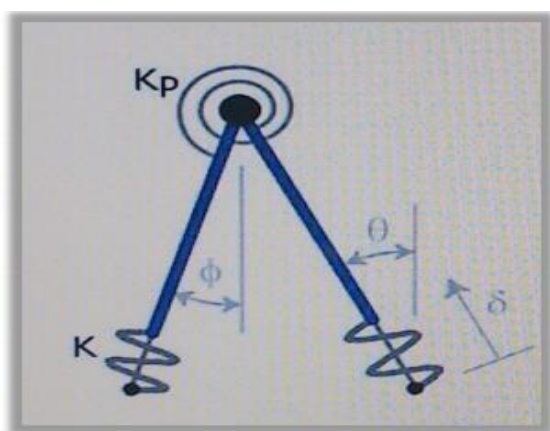
Током различитих механичких услова извођења скокова доњи екстермитети човека показују карактеристике које су сличне опругама. Ноге се дакле у целини понашају као федери (опруге) које се опуштају у мери када су:

- а) три зглоба ногу правилно ангажована према редоследу опружања (стопала последња напуштају подлогу),
- б) када је њихов угао такав да омогућује максималну силу, нарочито у нивоу зглобова колена, чији угао флексије мора бити контролисан (нешто смањен),
- в) када је извршено коректно учвршћивање од кукова до горњег дела тупа, што омогућује пренос произведене енергије на читаво тело.

Тренутни прекид деловања силе земљине теже настаје као резултат опружања у сва три зглоба ногу (скочни зглобови, колена и кукови) – деловање опружача ногу или „антигравитационих мишића“.

Приликом кретања нога се у првој половини фазе ослонца на подлогу сабија (амортизује) и у другој половини фазе ослонца опружа (отискује). То значи да мишићнотетивни комплекси доњих екстремитета имају својство да у повратном режиму рада прво акумулирају, а након тога ослобађају енергију еластичне деформације.

Како би се изједначио однос силе која опругу сабија и силе која опругу ослобађа, целокупни систем своди се на модел „маса и опруге“ и који чине телесна маса и линеарна опруга (нога) која подупире телесну масу.



Слика 12. Моделовање ноге у виду опруге Φ – угао задње ноге (опруге) са хоризонталом, θ – угао предње ноге (опруге) са хоризонталом; δ – степен сабијања опруге. (Мрдаковић, 2013).

Најважније физичко својство модела масе и опруге представља степен испољене крутости, тј. колико ће износити степен сабијања опруге током појединих кретања услед деловања одређене спољашње силе. У најопштијем тумачењу, испољена крутост локомоторног система представља однос између остварене силе реакције подлоге и степена деформације система. У оквирима човековог система, крутост може бити описана на нивоу појединачног мишићног влакна па све до моделовања целокупног локомоторног система. Због великог броја компоненти који чине овај модел, његова примена постаје непрактична, због неразвијености и могућности делимичне примене математичких формула и функција за описивање понашања појединих компоненти, па се често прибегава једноставнијим моделима. (Мрдаковић, 2013).

2.5.1. Импулс силе одскока

Импулс силе одупирања/одскока чини значајни део многих спортских кретања/техника. Реализује се подсвесно, али најчешће најекономичније. Спортиста интуитивно доводи у одговарајуће међусобне односе правац нападне линије импулса силе одупирања/одскока и локацију тежишта свога тела.

Сила одскока дејствује на масу спортисте са нападном тачком у његовом тежишту и саопштава јој убрзање. Импулс силе одскока базира се на шеми импулса силе одупирања са квалитативном разликом: силе мишићних контракција добијају атрибут балистичке, а величине убрзања масе спортисте (a : убрзање- m/s^2 и g : убрзање земљине теже) под дејством силе одскока и земљине теже стоје у односу $a > g$, што је услов за одвајање тела спортисте (ногу) од подлоге – за скок.

Правац резултантног кретања актуелних делова тела спортисте/екстремитета одређен је праволинијском путањом у тренутку финализације кретања.

2.6. Адаптација на плиометријски тренинг

2.6.1. Мишићно-скелетне адаптације на плиометријски тренинг

Плиометријски тренинг изазива различите физиолошке адаптације, како структуралне тако и неуралне. Промене у мишићној маси/архитектури су уобичајене, док је редукција телесних масти редак случај. Тренинг са спољашњим оптерећењем доводи до сличних адаптација и у њему се типично примењује већи тренажни обим који акумулира више ексцентричног оптерећења. У том случају има смисла комбиновати тренинг са спољашњим оптерећењем и плиометрију како би све наведене адаптације достигле врхунац.

Након 14 недеља плиометријског тренинга дошло је до повећања крутости мишића гастрокнемијуса за 133%. Упоредо, дошло је до повећања висине скока из чучња за 117%, као и реактивних скокова за 119%.

Познато је да се у плиометријском тренингу јављају велике силе реакције подлоге приликом скокова и доскока (и до 7 пута веће од телесне тежине спортисте), стога је оваква врста тренинга погодна за повећање пуноће костију.

Приликом извођења покрета који се заснивају на циклусу издужење-скраћење, еластичне особине мишића, лигамената и тетива имају кључну улогу. У том случају, крутост представља важну особину мишићно-тетивног комплекса која се значајно изучава у стручној литератури. Многи аутори налажу да мишићно-тетивна крутост мора бити оптимална да би се оптимално примењивале плиометријске вежбе јер управо та карактеристика омогућава брз и ефикасан трансфер мишићне силе на коштано-зглобни систем, што за последицу има знатно већу брзину прираста силе.

Након 12 недеља примене плиометријског тренинга дошло је до повећања крутости скочног зглоба за 63.4% током мерења дубинског скока, повећана је и крутост Ахилове тетиве за 29% као и експлозивне мишићне перформансе у концентричној фази покрета (Kubo et al.).

Физиолошке адаптације нервномишићне функције на плиометријски тренинг укључују повећање нервних импулса упућених у мишиће агонисте и промене мишићне активације усмерене на циклус издужење-скраћење. У акутној фази тренинга плиометрије долази до сличних оштећења мишићног ткива као и током извођења тренинга са спољашњим оптерећењем. Прекомеран тренажни обим може довести до погоршања нервномишићне функције што доводи до пада перформанси на тренингу и такмичењу. Плиометријски тренинг знатно више погађа мишићна влакна брзог трзаја типа II, и гликолитичка и оксидативна (86% и 84%), у поређењу са мишићним влакнима спорог трзаја (27%). Повећани нивои креатин киназе и лактодехидрогеназе (мера акутног мишићног оштећења), јављају се током 72 сата након тренинга са повећањем мишићне упале током првих 48 сати после тренинга. У акутној фази долази до смањења скакачких перформанси као и брзине прираста силе, што указује да су акутни одговори организма последица периферног замора. Адекватан опоравак након плиометријског тренинга је императив.

Док се утицај тренинга издржљивости на одређене хормоне већ увелико испитује, тек од скора постоји интересовање какав би утицај плиометријски тренинг имао на лучење хормона. Велики интензитет тренинга може проузроковати велики стрес на организам и узроковати лошу адаптацију или имати

детренажни утицај. Систем који је изузетно осетљив на стрес који производи вежбање је ендокрини систем. Хормонални одговор на вежбање зависи од неколико фактора који укључују интензитет, трајање, врсту вежбања и тренажни статус појединца. Већина аутора се фокусира на само на ефекат тренинга издржљивости на мушке полне hormone.

Резултат студије која се бавила утицајем плиометријског тренинга на лучење појединих хормона показује да напоран шестонедељни програм плиометрије смањује ниво тестостерона, кортизола и ФСХ а повећава ниво пролактина. Разлог смањења нивоа тестостерона остаје непознат. Могуће је да су вежбе деловале на хипоталамус или имале директан утицај на тестисе. Резултати смањења тестостерона може се објаснити тиме што га мишићно ткиво више употребљава.

2.7. Плиометријски метод у комбинацији са другим тренажним методама

Плиометријске вежбе могу се примењивати самостално у тренингу кошаркаша, међутим у пракси се чешће користе у комбинацији са класичним вежбама снаге ради уштеде времена и ширег распона утицаја на физичке способности. Најпознатија комбинација плиометријских вежби и вежби са спољашњим оптерећењем изводи се кроз Француски контраст и кроз комплексни метод тренинга снаге. Оба метода тренинга снаге почивају на постаktivацијској потенцијацији (енг. *PAP*). Постаktivацијска потенцијација јавља се када мишић апсорбује силу великог спољашњег оптерећења и искористи је за експлозивна плиометријска кретања.

2.7.1. Француски контрастни метод

Француски контрастни метод је ефикасан тренажни програм који помаже остваривању високих перформанси. Овај метод тренинга садржи комбинацију јачине, брзине и експлозивних вежби. У основи овог метода тренинга примењују се четири вежбе које активирају мишићна влакна брзог трзаја користећи спољашња оптерећења у распону од максималних до минималних.

Пример једне серије Француског контрастног метода тренинга снаге:

- *Вежба 1* (стимулација) – комплексна са спољашњим оптерећењем;
 - Интензитет: 85 - 90% од 1РМ;
 - Број понављања: 2 - 3;
 - Пауза 10 - 20 секунди;

- *Вежба 2* – реактивна плиометријска вежба;
 - Интензитет: Максималан;
 - Број понављања: 3 - 5;
 - Пауза: 10 - 20 секунди;

- *Вежба 3* – комплексна са спољашњим оптерећењем;
 - Интензитет: 50% од 1РМ;
 - Број понављања: 5
 - Пауза: 10 - 20 секунди;

- *Вежба 4* – асистирана (еластична гума) реактивна плиометријска вежба;
 - Интензитет: Максималан;
 - Број понављања: 5;
 - Серијска пауза: 3 - 4 минута;
 - Укупан број серија: 3 – 4.

Важно је напоменути да број понављања за сваку од вежби може бити и мањи уколико спортиста осети да се појављује замор. Уколико дође до појаве замора активира се Голдцијев тетивни орган, а његова активација изазива губитак потенцијације и екситације нервног система.

2.7.2. Комплексни тренинг

Комплексни метод тренинга снаге је ефикасна техника за развој експлозивности, висине вертикалног скока и способности брзе промене правца кретања код кошаркаша, јер комбинује извођење вежби са великим и малим оптерећењем и на тај начин врши утицај на различите делове криве сила-брзина. Комплексни метод функционише тако што се током серије наизменично укључују вежбе великог спољашњег оптерећења са вежбама велике брзине извођења покрета, као што су доскоци, скокови, поскоци у свим равнима кретања. Циљ оваквог редоследа вежби јесте да подстакне нервни систем да активира што већи број моторних јединица у мишићима како би остварили трансфер на већ наведена специфична кретања кошаркаша. Типичан образац тренинга укључује комбиновање конзервативних вежби са теговима са брзим плиометријским вежбама истог или сличног обрасца кретања.

Пример једне серије комплексног метода тренинга снаге:

- *Вежба 1* – Задњи чучањ;
 - Интензитет: 85 – 90% од 1РМ;
 - Број понављања: 2 - 3;
 - Пауза: 10 – 30 секунди;

- *Вежба 2* – Вертикални скок са замахом рукама;
 - Интензитет: Максималан;
 - Број понављања: 3 – 5;
 - Серијска пауза: 2 – 3 минута;
 - Укупан број серија: 3 – 5.

3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Плиометријски тренинг спада у једне од најпопуларнијих типова тренинга током двадесетог века. Састоји се од вежби приликом чијег извођења мишић након ексцентричне контракције прелази брзо у концентричну (разне врсте скокова), а такав режим мишићне контракције заступљен је у бројним спортовима, укључујући кошарку. Наведени тип мишићне контракције назива се реверзибилни, и представља мишићни циклус издужење-скраћење (енг. SSC), (Zatsiorsky & Kraemer, 2009.). Циклус издужење-скраћење је неизоставан део плиометријских вежби јер побољшава способност мишићно-скелетног система да испољи максималну силу за што краће време. (Komi, 2008).

Такав тип тренинга има значајан трасфер на перформансе спортиста који се такмиче у спортовима који се играју на терену. Кошарка захтева испољавање брзине, агилности и скокова на високом нивоу у дужем временском периоду. Највећи број истраживања који се баве плиометријским тренингом усмерен је на његов утицај на вертикални скок. Плиометријски тренинг представља ефикасан метод који утиче на унапређење вертикалног скока. Комбинацијом различитих плиометријских вежби у тренажном процесу и са постепеним повећањем интензитета постижу се добри резултати. Применом вежби са билатералним и унилатералним скоковима постижу се бољи ефекти током кратких високоинтензивних тренинга плиометрије, у поређењу са употребом искључиво билатералних скокова.

Поређењем две групе кошаркаша који су примењивали традиционални плиометријски тренинг и плиометријски тренинг са додатним оптерећењем, дошло је до закључка да су обе групе унапредиле СМЈ и скок из чучња где је у другој групи ефекат био већи. Мета-анализа коју је спровео Марковић показала је унапређење у дубинском скоку и скоку из чучња за 4.7%, као и СМЈ за 8.7%. Ови закључци о позитивном утицају плиометријског тренинга на развој вертикалног скока константно се јављају у бројним истраживањима усмереним на различите протоколе тренинга плиометрије. У једном истраживању доказано је значајно побољшање перформанси у скоку из чучња применом плиометријског тренинга током 10 недеља, са 2 тренинга недељно и повећањем обима од 60 до 100 скокова по тренингу током десетонедељног периода.

Идентични резултати су постигнути тренирањем 4 пута недељно током 12 недеља, где је СМЈ унапређен између 7.5 и 10% у зависности од појединца. Важно је напоменути да се унапређења не односе само на билатералне скокове, већ и на унилатералне.

Brown et al. истраживали су утицај примене 3 серије по 10 дубинских скокова 3 пута недељно у периоду од 6 недеља и дошли су до закључка да је плиометријски тренинг унапредио вертикални скок за 11.1%. Такође, Matavulj et al. упоређивали су две групе кошаркаша. Једна група изводила је дубинске скокове са сандука висине 50цм, док је друга група скокове изводила се сандука висине 100цм. Обе групе приказале су завидне резултате у висини вертикалног скока, где је дошло до побољшања за 12.4%. Иста студија приказала је да примена плиометријских вежби у такмичарском периоду (дубински скок, вертикални скок и скок удаљ) 2 пута седмично током 6 недеља унапређује вертикални скок и скок са једне ноге за 24.1 и 9.4%.

Адаптације на горе наведене тренинге доминатно су неуралне, нарочито у почетним фазама тренинга снаге и експлозивности. Велики број аутора дели мишљење да се побољшање мишићних перформанси након одређеног периода примене плиометријског тренинга одвија на нивоу централног нервног система где долази до неуралних адаптација. На основу тога долази се до закључка да су нервно-мишићни фактори као што су побољшање унутармишићне и међумишићне координације и способност искоришћавања циклуса издужење-скраћење на високом нивоу најзначајнији за унапређење вертикалног скока и унилатералног скока током високоинтензивног плиометријског тренинга.

Током истраживања дошло је до закључка да је 6-7 недеља плиометријског тренинга превише кратак период за унапређење вертикалног скока код врхунских кошаркаша сениорског узраста. Пратећи општи предлог, више од 8 недеља примене систематичног плиометријског тренинга неопходно је да би дошло до жељених адаптација код кошаркаша на врхунском нивоу. Постоји позитивна корелација између трајања тренинга, броја тренажних епизода и броја скокова на појединачном тренингу. Примена плиометријског тренинга током 10 недеља и дуже (више од 20 тренажних епизода) препоручује се како би дошло до значајних промена у величини вертикалног скока. (de Villarreal et al., 2009).

Важно је нагласити да се побољшање вертикалног скока догађа захваљујући различитим нервно-мишићним адаптацијама, као што су повећана фреквенција импулса у мишиће агонисте, промене у карактеристикама мишићно-тетивне крутости, промене у

архитектуре мишића и механици појединачног мишићног влакна. (de Villarreal et al., 2009; Maffiuleti et al., 2002; Potteiger et al., 1999). Додатни фактори који имају утицај су промене које се догађају на нивоу активације мишића ногу (унутармишићна координација) током вертикалног скока, нарочито у припремној фази скока, као и промене у ексцитабилности рефлекса на истезање. (Bishop and Spencer, 2004; de Villarreal et al., 2009).

Спремност спортисте састоји се од његових биоенергетских потенцијала и биодинамичких способности (координација и снага), а брзина чини основу ових квалитета. Једна од ових биодинамичких способности јесте снага, а једна од манифестација снаге је експлозивна снага која се ставља у први план. (Harry et al., 2020).

Велики ниво силе повезан је са краћим временом преласка из ексцентричне у концентричну контракцију и великом количином енергије апсорбоване у еластичној компоненти мишића. У ексцентрично-концентричном циклусу у фази скраћивања, већа сила је испољена због 4 главна разлога (Zatsiorsky & Kraemer, 2009). Прво, у најважнијем делу циклуса, у тренутку када се издужење завршава и скраћење започиње, сила се испољава у изометријском режиму. Друго, с обзиром да сила почиње да расте током ексцентричне фазе, сила се развија у дужем временском периоду. Поред ових постоје још два битна фактора: мишићно-тетивна еластичност и централна или рефлексна контракција. Мишићна и тетивна еластичност представља важан сегмент атлетских способности. Већа еластичност мишићно-скелетног комплекса, већа је и акумулирана сила која се користи у наредној фази покрета. (Aksović et al., 2021 Turk J Kinesiol 2021, 7(1), 44-52 48). Након контакта стопала са подлогом приликом доскока, дужина мишића и силе које се развијају међају се значајно. Мишићи су издужени под утицајем силе, и истовремено њихова напетост је значајно повећана. Када се мишић издужи под утицајем спољашње силе, издуже се и мишићна вретена. Под утицајем издужења, мишићно вретено је стимулисано, активирани су алфа моторни неурони и дешава се рефлексна мишићна контракција, која му помаже да се мишић врати у првобитну дужину. Минимално неопходно време за активацију миотатичког рефлекса износи 35 милисекунди. (Čoh, 2004).

Такође, поред позитивног утицаја на развој експлозивне снаге, тренинг плиометрије има значајан утицај и на брзину спринта код кошаркаша сениорског узраста. (Aksović et al., 2020).

Експлозивна снага јесте способност генерисања максималне мишићне силе за најкраће могуће време (Santos & Janeira, 2008), и неопходна је за бављење кошарком. Експлозивна снага је значајна способност у многим спортовима (кошарка, одбојка, рукомет, фудбал, атлетика...) У кошарци, експлозивна снага се испољава кроз различите веријанте скокова, стартног убрзања, изненадних промена правца кретања и заустављања.

Вертикални скокови обично се користе за процену експлозивне снаге доњих екстремитета. Они су важан фактор у кошарци јер са повећањем вертикалног скока кошаркаша долази напредак у перформансама (Häkkinen, 1993). У НБА лиги кондицијски тренери користе интензиван плиометријски тренинг како би унапредили експлозивну снагу врхунских професионалних кошаркаша (Simenz et al., 2005). Експлозивна снага примарно зависи од броја укључених моторних јединица.

Неопходно је да тренери посвете више времена за развој експлозивне снаге код врхунских кошаркаша јер има позитиван утицај на такмичарски успех. (Stojanovic et al., 2012). Жељасков (2004) је поделио методе за развој брзинске снаге и метод за развој експлозивне снаге са нагласком на плиометрији. Примена ових или сличних вежби омогућавају мишићима да испоље максималну силу у најкраћем могућем интервалу. Позитиван ефекат плиометријског тренинга на експлозивну снагу код кошаркаша потврђен је бројним студијама (Santos & Janeira, 2011; Hernández et al., 2018; Meszler & Vácz, 2019).

Комбиновани метод за развој експлозивности укључује комбинацију плиометријског тренинга и тренинга снаге. Основна идеја је да раздвајањем ове две врсте тренинга на посебне дане остављамо довољно времена за опоравак и најмањи могући нервномускуларни замор. У поређењу са комплексним методом, комбиновани метод показао се подједнако успешан у развоју експлозивне снаге за кратак временски период.

На основу теорија спортске биохемије, физиологије и тренинга са спољашњим оптерећењем, 36 кошаркаша сениора са Универзитета Гачон изабрани су за сврхе истраживања и произвољно су подељени у експерименталну и контролну групу, у свакој по њих 18. Тренажни експеримент трајао је 16 недеља. Анализирани су ефекти плиометријског тренинга на експлозивну снагу кошаркаша сениора. Након статистичких анализа и дискусије дошло је до следећих закључака:

- Након 16 недеља интензивног тренинга, експериментална група показала је значајно побољшање у спринту на 28 метара, троскоку и вертикалном скоку. На

основу резултата тестова потврђено је да тренинг плиометрије позитивно утиче на развој експлозивне снаге, управо из разлога што је експлозивност важан фактор брзине спринта и висине скока. (Lei Chen et al.).

Комплексни тренинг и плиометријски тренинг ефективни су за побољшање експлозивне снаге. У наредном истраживању упоређивани су ефекти комплексног и плиометријског тренинга на развој експлозивне снаге доњих екстремитета.

Плиометријски тренинг, који представља форму људског кретања, заснива се на принципу циклуса издужење-скраћење како би еластичну потенцијалну енергију из ексцентричне фазе покрета трансформисао у кинетичку енергију у концентричној фази покрета. Значајни ефекти јављају се у побољшању експлозивне снаге, међутим плиометријски тренинг карактерише мало спољашње оптерећење, стога је развој максималне снаге лимитиран и надаље максимална сила лимитира развој експлозивности. На основу тога, закључује се да плиометрија није најбоље решење за развој експлозивне снаге у дугорочном погледу.

Комплексни тренинг комбинује традиционални метод тренинга са спољашњим оптерећењем и плиометријски тренинг, а заснива се на постаktивацијској потенцијацији (ПАП) и циклусу издужење-скраћење како би унапредио експлозивну снагу и максималну снагу спортиста. (Carter and Greenwood, 2014). Током истраживања плиометријски и комплексни тренинг укључивали су 2-3 сличне вежбе током недеље у периоду од 4 седмице. Експлозивна снага и максимална снага тестирани су пре и након спровођења студија. Експлозивна снага садржала је способност скока (CMJ, скок из чучња, скок удаљ, итд.) и брзину спринта (спринт на 10м или мање). Максимална снага тестирана је кроз једно максимално понављање (чучањ, получучањ, флексија и екстензија колена, итд.)

Плиометријски програм садржао је CMJ, скок из чучња, дубински скок, скок удаљ, скок преко препона, унилатерални и билатерални скок, итд., док је оптерећење било у виду сопствене телесне тежине или додатно мало оптерећење (додавање мање од 25% телесне тежине). Комплексни програм комбиновао је традиционални тренинг са спољашњим оптерећењем (задњи чучањ, получучањ, подизање на прсте, флексија и екстензија колена, трзај и технике дизања тегова, итд.) као и плиометријски програм. Интензитет спољашњег оптерећења износио је 40-95% од 1RM.

На основу резултата истраживања, током десетонедељног тренажног периода, побољшање експлозивне снаге применом плиометрије без додатног оптерећења било је слично као код комплексног метода, али примена плиометрије са додатним оптерећењем показала се као боља. У погледу максималне снаге, ефекти комплексног тренинга су бољи у односу на плиометријски тренинг. У теорији, комплексни тренинг требао би да буде бољи од плиометријског за развој експлозивне снаге из разлога што комбинује појаву ПАП ефекта изазваног високоинтензивним тренингом са спољашњим оптерећењем и повратног режима мишићне контракције изазваног плиометријским тренингом. Међутим, то није случај. Истраживање је такође показало да су ефекти комплексног тренинга на максималну снагу значајно бољи од плиометрије. Примаран разлог за то је што комплексни тренинг повећава максималну снагу. Развој експлозивне снаге заснива се на максималној снази, стога је комплексни метод боља стратегија развоја експлозивности од плиометријског тренинга на дуже стазе. Додатно оптерећење приликом извођења плиометријског тренинга повећава инерцију и силу реакције подлоге током ексцентричне фазе и отпор у концентричној фази, и на тај начин високоинтензивна стимулација доводи до значајнијих мишићних адаптација на експлозивну снагу. Међутим, плиометрија са спољашњим оптерећењем има своје мане. Оптималан ефекат циклуса издужење-скраћење је брза конекција између ексцентричне и концентричне фазе покрета. Ако је временски период између две фазе предуг или је амплитуда покрета у зглобу превелика, више еластичне потенцијалне енергије ће бити претворено у топлотну енергију и ефекат циклуса издужење-скраћење ће ослабити. (Комі, 2003).

Закључак истраживања налаже да плиометрија без спољашњег оптерећења и комплексни тренинг имају значајно сличне ефекте на способност експлозивности (способност скока и спринта), с тим што плиометрија уз додатно оптерећење показује боље ефекте. Надаље, комплексни метод има значајније бенефите на развој максималне снаге у поређењу са плиометријом. Предлог је програмирање плиометрије без спољашњег оптерећења или са минималним оптерећењем за развој експлозивне снаге.

Кошарка се најчешће описује као "спорт скокова". Оваква тврдња је донекле тачна узимајући у обзир да играчи скачу да би шутирали или ухватили одбитак након промашаја, међутим анализа саме игре показује да су у кошарци више заступљене промене правца кретања у познатим или непознатим ситуацијама где је потребно направити брзу реакцију. У нападу, кошаркаши који имају квалитетно развијену способност брзе промене правца веома ефикасно без лопте беже својим чуварима, као на пример приликом бек дор утрчавања.

Играчи са лоптом опасни су по кош у ситуацијама 1 на 1, одакле могу брзо да стигну до позиције да поентирају или да фокус одбране ставе на себе и у последњем тренутку избаце пас за слободног играча. Са друге стране, играчи који брзо мењају правац кретања у одбрани лако чувају противничке нападаче у ситуацијама 1 на 1, као и током зонске одбране где успешно чувају истовремено рекет и корнере.

Сврха овог истраживања јесте испитивање утицаја плиометријског тренинга на експлозивну снагу и агилност кошаркаша у такмичарском периоду. Кошаркаши су подељени у две групе: прва група која је радила плиометријске тренинге и контролна група, обе групе са по 10 чланова. Плиометријски тренинзи су спровођени 2 пута седмично током 6 недеља и садржали су 3 серије по 15 понављања дубинских скокова са сандука висине 45цм, вертикалне скокове, скокове удаљ уз регуларне кошаркашке тренинге на терену. Тренажни протокол састојао се од 3 серије по 15 понављања и паузом од 2 минута између серија. Плиометријски тренинг придодат је регуларним кошаркашким тренинзима и трајао је укупно 55 минута, са уводно-припремним делом који је трајао 10 минута укључујући 5 минута цогирања, 5 минута балистичких вежби и растезања, 40 минута главног и 5 минута завршног дела. Током целих 6 недеља осим плиометријског тренинга кошаркаши нису радили тренинг снаге.

Т тест агилности и Illinois тест примењивани су пре и након 6 недеља тренинга. Прва група играча који су радили плиометријске тренинге значајно су поправили резултате тестирања на Т тесту (1.16 ± 0.57 с) и Illinois тесту (1.17 ± 0.65 с) у односу на контролну групу. Долази се до закључка да је шестонедељни тренинг плиометрије у такмичарском периоду имао позитивне ефекте на побољшање експлозивне снаге и брзине промене правца.

Agility T test	Plyometric	12 ± 0.56	$10.97 \pm 0.61^*$	8
	Control	12.15 ± 0.57	12.57 ± 0.68	-3
Illinois agility test	Plyometric	17.36 ± 0.48	$16.14 \pm 0.5^*$	7
	Control	17.48 ± 0.6	17.41 ± 0.49	0.4

Data are presented as the mean $\pm$ SD

Слика 13. Резултати тестирања пре и након 6 недеља тренинга плиометрије.

Плиометријски тренинг је неопходан за побољшање перформанси у активностима као што су убрзања, успоравања и мењање правца кретања. Додатно, плиометријски тренинг унапређује снагу доњих екстремитета у ексцентричном делу покрета. Брзе промене правца кретања су у директном односу са снагом и

експлозивношћу, а неуралне адаптације и регрутовање већег броја мишићних влакана су важни механизми који утичу на перформансе (Abbas Asadi, 2013).

Важно сазнање када је у питању избор вежби јесте специфичност кретања приликом промена правца, где су вежбе као што су латерални скокови и поскоци, скокови и поскоци у различитим угловима имали значајно већи утицај на побољшање перформанси. Додатна истраживања су показала унапређење перформанси промене правца кретања користећи дубинске скокове, СМЈ и различите комбинације скокова. Механизми деловања ових вежби заснивају се на великом развоју силе и испољавању експлозивне снаге, као и ефикасно укључивање циклуса издужење-скраћење у балистичким условима.

Мета анализе су показале да плиометрија значајно унапређује перформансе брзине промене правца кретања. Смањење времена потребног за извршавање задатака који захтевају промене правца (> -0.68) је од велике важности за кошаркаше јер њихов наступ зависи од те способности. На основу резултата истраживања, када кошаркаши примењују плиометријске вежбе у тренажном процесу са адекватном техником и имају добар ниво спремности, унапређења перформанси су већа. Седам недеља тренинга плиометрије два пута седмично, средњег интензитета до 100 скокова по појединачном тренингу и 72 сата размака између тренинга исте усмерености позитивно је утицало на способност брзе промене правца. Важан закључак је да извођење плиометрије у срединама као што су песак или вода има минималне бенефите као и да је ефикасније користити комбиноване плиометријске вежбе (дубински скокови + вертикални скокови + скокови удаљ из места) него користити само једну варијацију (Abbas Asadi et al., 2016).

Кошарка је спорт где играчи често мењају правац кретања са циљем постизања добре позиције и предности у нападу као и смањења могућности противника да поентира. Агилност се дефинише као брзо кретање целог тела које карактерише промене брзине или правца у зависности од спољашњих фактора и стимулуса. Стога, елитни кошаркаши показују висок ниво способности брзих реакција на визуелне и аудитивне сигнале. С тим у вези, основна разлика између агилности и брзине промене правца јесте непредвидивост и когнитивни квалитети на којима се заснива агилност, који нису наглашени у базичним унапред познатим променама правца кретања.

4. ПЛИОМЕТРИЈСКИ ТРЕНИНГ У ПРАКСИ

4.1. Класификација плиометријских вежби

Процес припреме тела спортисте за плиометријски тренинг неопходно је започети учењем технике самог скока као и доскока, пре увођења правих плиометријских вежби. Такав програм тренинга као приоритет ставља превенцију повреда пре развоја експлозивне снаге.

Полазећи од прве па све до треће фазе прогресивног плиометријског програма, фокус је на различитим вежбама које акцентују техничку доскока, развијају способност стабилног доскока и уводе еластичну компоненту скока. Постепено правећи прогресију кроз прве три фазе, у четвртој фази плиометријског тренинга прелази се на такозване праве плиометријске вежбе.

Плиометријске вежбе у свакој од четири фазе деле се на линеарне и латералне. Да би спортиста био комплетан неопходно је да поседује способност кретања (у овом случају скокова) у свим равнима. Недостатак бројних плиометријских програма је управо велики утицај атлетских дисциплина трчања, које се изводе у сагиталној равни па се и плиометријски тренинзи најчешће изводе линеарно и запостављају фронталну раван која је значајна за тимске спортове као што је кошарка.

4.1.1. Фаза 1 – скокови са стабилним доскоком

Прва фаза плиометријског тренинга усмерена је на учење технике скока и још важније технике доскока. Спортисте учимо да повећају силу правилном употребом замаха руку и да доскачу мекано. Важно је да спортиста научи како правилно да апсорбује велике силе адекватном активацијом мишића и да оптерећење не преузимају зглобне структуре.

Сврха прве фазе јесте развој снаге у ексцентричном делу покрета. Један од главних узрочника повреда је занемаривање ове фазе и без обзира на тренутни ниво, спортиста пролази кроз прогресију од прве фазе која траје три недеље, а по потреби и дуже. Други начин како се може посматрати увод у тренинг плиометрије јесте јачање самих тетива. Испод су наведене вежбе које се изводе једном до два пута недељно.



Слика 14. Скок на кутију/сандук – вежба која чини основу свих вежби скокова. Висину кутије или сандука треба подесити у складу да индивидуалним карактеристикама спортисте. Прогресија започиње са 3 серије по 5 скокова, до 25 скокова укупно на појединачном тренингу. Критеријуми који се узимају да би одредили да ли је сандук превисок јесте сам доскок, односно да ли спортиста доскаче мекано и без буке и да ли доскаче са истим или сличним зглобним угловима као при самом скоку. Ако је одговор негативан у оба случаја, неопходно је смањити висину сандука.



Слика 15. Унилатерални скок на кутију/сандук – потпуно иста техника се примењује као и код билатералног скока на сандук, с тим што се висина сандука смањује и укупан број понављања на 15 по тренингу.



Слика 16. Унилатерални бочни скок на сандук – изводе се 3 медијална скока (у правцу средишње линије тела) и три латерална скока (од медијалне линије тела). Ову вежбу је могуће радити и преко ниске препреке, као што су мале препоне висине до 15цм.



Слика 17. Бочни скокови с ноге на ногу – приликом извођења ове вежбе нагласак је на томе да се спортиста задржи секунд у позицији доскока пре него што скочи на супротну страну. Квалитетан бочни скок садржи комбинацију висине и дужине скока.

4.1.2. Фаза 2 – скокови преко препрека

У другој фази тренинга плиометрије гравитација постаје значајнија компонента свих вежби. Уместо скокова и поскока на сандук или преко ниске препреке који су примењивани у првој фази, у овој фази спортиста скаче преко захтевнијих препрека и скокови садрже вертикалну и хоризонталну компоненту. Скок преко препреке додатно повећава ексцентрично оптерећење на мишићно-тетивни систем. Циљеви из прве фазе остају исти, с тим што већи утицај силе гравитације повећава оптерећење ексцентричног дела покрета.

Висина препреке износи између 15 и 75цм, у зависности од врсте скокова и тренутног нивоа спортисте.



Слика 18. Скокови преко високих препона – прва прогресија у односу на прву фазу где се изводе скокови на сандук. Важан детаљ је тај да још увек наглашавамо фазу доскока тако што скокови нису повезани већ постоји пауза између доскока и следећег скока. Висина препона може бити од 30 па све до 75цм. Изводе се 3 серије по 5 скокова и укупним обимом од 15 скокова по тренингу.



Слика 19. Унилатерални скокови преко препона – у овој варијанти вежбе спортиста скаче и доскаче на исту ногу. Уколико је доскок недовољно стабилан скокови се могу изводити и преко линије. Циљ је направити прогресију у односу на прву фазу тако што уводимо препоне и повећавамо њихову висину.



Слика 20. Унилатерални бочни скокови преко препона – техника скока и доскока остаје иста као у првој фази када су се бочни скокови изводили на сандук, с тим што у другој фази користимо препоне са размаком од 45 до 60цм. Изводе се 3 серије по 6 скокова (3 латерална и 3 медијална), са укупним обимом од највише 36 скокова на појединачном тренингу.

4.1.3. Фаза 3 – вежбе са додатним поскоком

Акцента у трећој фази плиометријског тренинга јесте прелазак из ексцентричне у концентричну контракцију, док су прве две фазе биле усмерене искључиво на развој снаге ексцентричног дела покрета кроз доскоке и заустављања. Иако ексцентрично-концентрични режим мишићне контракције чини основу плиометрије, многе повреде дешавају се услед недовољно развијене снаге за брзе ексцентричне контракције и доскоке.

Фазе 1 и 2 представљају основу за превенцију повреда и чине темељ за следеће две фазе у којима је приоритет циклус издужење-скраћење. У трећој фази вежбе усложњавамо увођењем поскока. Циљ је постепено повећање оптерећења на мишићно-тетивни систем. Вежбе ове фазе идентичне су као вежбе из претходне две (скок преко препона, унилатерални скок преко препона, бочни унилатерални скок преко препона), с тим што се сада изводе са малим поскоком пре извођења сваког скока. Величину оптерећења подижемо на рачун интензитета, док обим остаје непромењен.

4.1.4. Фаза 4 – експлозивни, контролисани и континуирани скокови

Четврта и последња фаза плиометријског тренинга заснива се на брзим одскоцима и што краћем контакту стопала са подлогом. Циљ је да спортиста проведе што мање времена у контакту са подлогом приликом извођења скокова у континуитету, да скок буде еластичан, експлозиван али истовремено тих са брзим преласком из ексцентричне у концентричну контракцију. Када плиометријске вежбе изводе врхунско спремни спортисти, очигледан је висок ниво експлозивности са тихим и готово нечујним доскоком. Нервни и мишићни систем обављају највећи део посла, док је зглобни систем минимално оптерећен.

4.2. Пример мезоциклуса специфичноприпремне фазе кошаркаша сениора

Периодизација представља практични конструкт којим се на логичан, методичан и систематичан начин у јединствену целину интегришу тренажне и такмичарске активности, а са циљем постизања биомоторичких и психичких бенефита, како би се у конкретном тренутку обезбедио врхунац спортске форме. (Ћосић, 2024).

Припремни период је период тренинга у коме се спортиста припрема да би могао успешно да наступа у такмичарском периоду. Према Ћосићу, основни циљ припремног периода је да се усавршавањем различитих врста припремљености, оствари висок ниво тренираности и омогући успешно наступање на такмичењима. Припремни период дели се на две фазе:

1. Општеприпремну фазу;
2. Специфичноприпремну фазу.

Плиометријски метод тренинга са циљем развоја вертикалног скока, експлозивне снаге и брзине промене правца кретања, било да се примењује самостално или у комбинацији са другим тренажним методама, своје место заузима у специфичноприпремној фази. Пре него што се у тренажну праксу уведу плиометријске вежбе, неопходно је направити квалитетан темељ током општеприпремне фазе тренинга поштујући задатке и прогресију у периодизацији тренинге јачине и снаге.

Унутар општеприпремне фазе припремног периода, почетни циљ јесте анатомска адаптација како би се спортиста увео у тренажни процес и адекватно припремио ткива која ће у наредним фазама бити доминантно оптерећена (зглобови, тетиве, лигаменти, хрскавице, кости). Анатомска адаптација није усмерена ка развоју, већ ка прилагођавању на будући тренинг.

Следећа фаза у тренингу јачине и снаге је фаза хипертрофије мишића, која се примарно односи на структуралне промене. Као последица вежбања долази и до повећања максималне јачине, тако да је ова фаза увод за тренинг максималне јачине. Код спортиста који имају довољан ниво мишићне масе фаза се прескаче и тренинг се даље наставља са циљем развоја максималне јачине, док се код осталих примењује неколико недеља.

Након фазе хипертрофије, циљ је повећати ниво максималне јачине. Она се односи и на структуралне и на функционалне промене. Фаза може трајати и дуже од једног мезоциклуса услед веома велике важности ове фазе у тренингу јачине и снаге. Методе тренинга које се примењују иду од мање ка више инвазивним и класификују се према интензитету напрезања, где су то најлешће: *метода максималних напрезања*, *метода субмаксималних напрезања* као и *метода супрамаксималних напрезања*. На почетку је вежбање усмерено на међумишићну координацију, применом субмаксималних метода (екстензивно па интензивно), да би се касније пред сам крај фазе примењивале инвазивније методе са циљем унутармишићне координације.

Након фазе максималне јачине на реду је фаза у којој плиометријски тренинг добија значајно место у целокупној припреми кошаркаша. Фаза претварања, односно претварање максималне јачине у специфичну снагу (у случају кошаркаша је то експлозивна или брзинска снага) налази се у специфичноприпремној фази припремног периода. У односу на претходну фазу, побољшање перформанси се остварује кроз ниже интензитете и веће брзине савладавања отпора. Када се вежбање врши са сопственим телом у комбинацији са реквизитима, најчешће се то чини кроз плиометријски метод тренинга или различита трчања (стартови, убрзања, спринтеви).

Плиометријски метод тренинга за развој горе наведених способности кошаркаша карактеристична примена различитих врста хоризонталних и вертикалних скокова, прескока, саскока, наскока и слично. Могуће га је примењивати и за усавршавање перформанси горњих екстремитета, помоћу медицинки или сличних реквизита.

Компоненте оптерећења за плиометријске вежбе (скокови, саскоци, итд.):

- Интензитет: <30% од 1РМ;
- Обим: 5 – 8 х у 3 – 5 серија;
- Пауза: 2 – 6 минута.

Након дефинисања најважнијих појмова за разумевање како се плиометријски тренинг употребљава у пракси, кроз наредне примере биће приказан тренинг кошаркаша сениора у теретани, заједно са средствима, методама и оптерећењем примењеним у тренажном процесу, као и прогресијама из недеље у недељу.

Недеља 5		
Дан	Преподневни тренинг	Поподневни тренинг
Понедељак	<i>Теретана А/Лопта</i>	Лопта
Уторак	Лопта	/
Среда	<i>Теретана Б/Лопта</i>	Лопта
Четвртак	Лопта	/
Петак	<i>Теретана Ц/Лопта</i>	Лопта
Субота	ПРИЈАТЕЉСКА УТАКМИЦА	
Недеља	<i>СЛОБОДАН ДАН</i>	

- Теретана А
 - Циљ: Развој максималне јачине целог тела;
 - Метода: Субмаксимална интензивна напрезања до отказа.

Сет А: 4 круга, кратка пауза између вежби, 2 – 3 минута пауза између кругова.

Вежба А1 – Бугарски чучањ х6/5/4/3 80 – 90% од 1RM;

Вежба А2 – Ношење 20м тег тежине до 50% од телесне масе по руци;

Вежба А3 – Одвођење кука са еластичном гумом х8/8;

Вежба А4 – Вертикално повлачење на лат машини х8/6/5/5 75 – 85% од 1RM.

Сет Б: 4 круга, кратка пауза између вежби, 2 – 3 минута пауза између кругова.

Вежба Б1 – Румунско мртво дизање у сплит позицији $\times 6/5/4/3$ 80 – 90% од 1RM;

Вежба Б2 – Копенхаген пленк издржај 20 секунди по страни;

Вежба Б3 – Подизање на прсте за лист на смит машини $\times 8$;

Вежба Б4 – Потисак бучицама на косој клупи $\times 8/6/5/5$ 75 – 85% од 1RM.

- Теретана Б

- Циљ: Трансфер силе у специфична кретања;

- Метода: Комплексна метода.

Сет А: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба А1 – Набачај са колена $\times 5/4/3$ са $>70\%$ од 1RM;

Вежба А2 – Бацање медицинке о зид изнад главе $\times 5$.

Сет Б: 3 круга, пауза између вежби унутар једног комплекса 10-20 секунди, између два комплекса 30 секунди, а између кругова 2 – 3 минута.

Комплекс Б1 + Б2 – Задњи чучањ до кутије $\times 5$ на 80% од 1RM + Наскок на кутију висине 50cm $\times 5$;

Комплекс Б3 + Б4 – Потисак на равној клупи $\times 5$ на 80% од 1RM + Вертикално избацивање медицинке лежећи на леђима.

Сет Ц: 3 круга, пауза између вежби унутар једног комплекса 10-20 секунди, између два комплекса 30 секунди, а између кругова 2 – 3 минута.

Комплекс Ц1 + Ц2 – Степ ап подизање на кутију $\times 5/5$ на 80% од 1RM + Степ ап скок $\times 5/5$;

Комплекс Ц3 + Ц4 – Вертикални потисак у полуклеку $\times 5/5$ на 80% од 1RM + Експлозивни потисак бучицом у сплит позицији $\times 3/3$ на 30% од 1RM.

- Теретана Ц

- Циљ: Трансфер силе у специфична кретања;
- Метода: Комплексна метода.

Сет А: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба А1 – Трзај бучицом $\times 5/4/3$ са $>70\%$ од 1РМ;

Вежба А2 – Дијагонално сечење на крос машини $\times 5/5$.

Сет Б: 3 круга, пауза између вежби унутар једног комплекса 10-20 секунди, између два комплекса 30 секунди, а између кругова 2 – 3 минута.

Вежбе Б1 + Б2 – Хип траст $\times 5$ на 80% од 1РМ + Замах звоном из кукова $\times 5$;

Вежбе Б3 + Б4 – Згиб натхвatom $\times 5$ 80% од 1РМ + Бацање медицинке изнад главе од зид у положају високог клека $\times 5$.

Сет Ц: 3 круга, пауза између вежби унутар једног комплекса 10-20 секунди, између два комплекса 30 секунди, а између кругова 2 – 3 минута.

Вежбе Ц1 + Ц2 – Вага са шипком $\times 5/5$ на 80% од 1РМ + једноножни скокови удаљ $\times 3/3$;

Вежбе Ц3 + Ц4 – Хоризонтално повлачење бучицом $\times 5/5$ на 80% од 1РМ + бацање медицинке од зид са ротацијом трупа $\times 3/3$.

Недеља 6		
Дан	Преподневни тренинг	Поподневни тренинг
Понедељак	<i>Теретана А/Лопта</i>	Лопта
Уторак	Лопта	/
Среда	Лопта	Лопта
Четвртак	Лопта	/
Петак	<i>Теретана Б/Лопта</i>	Лопта
Субота	/	Лопта
Недеља	ПРИЈАТЕЉСКА УТАКМИЦА	

- Теретана А

- Циљ: Одржавање јачине, развој брзине и експлозивности;
- Метода: Француски контрастни метод.

Сет А: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба А1 – Набачај са колена x3/2/1 са >80% од 1РМ;

Вежба А2 – Ударање медицинком од под у претклону x5.

Сет Б: 4 серије, 10-20 секунди пауза између вежби, 3 – 4 минута серијска пауза.

Вежба Б1 - Задњи чучањ до кутије x3 на 85 – 90% од 1РМ;

Вежба Б2 – Наскок на кутију висине 60цм x5;

Вежба Б3 – Скок из получучња са трап шипком на 30% од 1РМ на задњем чучњу;

Вежба Б4 – Асистирани вертикални скок са еластичном гумом x5.

Сет Ц: 4 серије, 10-20 секунди пауза између вежби, 3 – 4 минута серијска пауза.

Вежба Ц1 – Згиб натхватом x3 на 85 – 90% од 1РМ;

Вежба Ц2 – Закуцавање медицинком изнад главе од под x5;

Вежба Ц3 - Хоризонтално повлачење бучицом x5/5 на 30% од 1РМ на згибу;

Вежба Ц4 – Ролање на пилатес лопти у позицији пленка x12.

- Теретана Б

➤ Циљ: Одржавање јачине, развој брзине и експлозивности;

➤ Метода: Француски контрастни метод.

Сет А: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба А1 – Трзај бучицом x3/2/1 са >80% од 1РМ;

Вежба А2 – Дијагонално сечење на крос машини x5/5.

Сет Б: 4 серије, 10-20 секунди пауза између вежби, 3 – 4 минута серијска пауза.

Вежба Б1 - Хип траст x3 на 85 - 90% од 1РМ;

Вежба Б2 – Континуирани скокови удаљ x5;

Вежба Б3 – Једноножни хип траст x3/3 на 30% од 1РМ на двоножном хип трасту;

Вежба Б4 – Ударање пилатес лопте за ложу лежећи 10 секунди.

Сет Ц: 4 серије, 10-20 секунди пауза између вежби, 3 – 4 минута серијска пауза.

Вежба Ц1 – Потисак шипком на равној клупи x3 на 85 – 90% од 1РМ;

Вежба Ц2 – Експлозивни склек са одвајањем од пода x5;

Вежба Ц3 – Потисак бучицама на равној клупи x5 на 50% од 1РМ на потиску шипком;

Вежба Ц4 – Асистирани експлозивни склек са еластичном гумом x5.

Недеља 7		
Дан	Преподневни тренинг	Поподневни тренинг
Понедељак	СЛОБОДАН ДАН	
Уторак	Теретана А/Лопта	Лопта
Среда	Лопта	/
Четвртак	Теретана(допуна)/Лопта	Лопта
Петак	Лопта	/
Субота	Теретан Б/Лопта	/
Недеља	СЛОБОДАН ДАН	

У овом примеру током седме недеље (*растеређујући микроциклус*) постепено се смањују обим и интензитет тренинга како у теретани, тако и на терену. На овај начин постепено долази до растеређења како би дошло до оптимизовања оперативне компоненте спортске форме. Теретане А и Б усмерене су на одржавање достигнутог нивоа физичких способности. Теретана у средини недеље, како јој само име каже усмерена је на допунске вежбе и критичне тачке. На тај начин могуће је максимално индивидуализовати тај тренажни дан у складу са потребама сваког играча у екипи. Фокус је на изометријским мишићним контракцијама (нарочито за тетиву квадрицепса и Ахилову тетиву), на стабилизаторима трупа, адукторима итд.

- Теретана А

➤ Циљ: Одржавање;

Сет А: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба А1 – Набачај са колена $\times 3/2/1$ са 70% од 1РМ;

Вежба А2 – Бацање медицинке о зид изнад главе $\times 5$.

Сет Б: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба Б1 – Задњи чучањ до кутије $\times 5/4/3$ на 70% од 1РМ;

Вежба Б2 – Згиб натхвatom $\times 5/4/3$ на 70% од 1РМ.

Сет Ц: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба Ц1 – Степ ап подизање на кутију $\times 5/4/3$ на 70% од 1РМ;

Вежба Ц2 – Дијагонално сечење на крос машини $\times 5/5$.

Сет Д: 3 серије, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба Д1 - Наскок на кутију висине 60цм $\times 3$.

- Теретана Б

➤ Циљ: Одржавање;

Сет А: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба А1 – Трзај бучицом $\times 5/4/3$ са 70% од 1РМ;

Вежба А2 – Бацање медицинке о зид изнад главе $\times 5$.

Сет Б: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба Б1 – Хип траст x5/4/3 на 70% од 1РМ;

Вежба Б2 – Потисак шипком на равној клупи x5/4/3 на 70% од 1РМ.

Сет Ц: 3 суперсерије, пауза између вежби 10 - 20 секунди, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба Ц1 – Румунско мртво дизање у сплит позицији x5/4/3 на 70% од 1РМ;

Вежба Ц2 – Ролање на пилатес лопти у позицији пленка x8.

Сет Д: 3 серије, 2 – 3 минута серијска пауза.

Вежба Д1 – Скок удаљ x3.

Руптура предњег укрштеног лигамента постаје све чешћа повреда кошаркаша свих узраста и нивоа. Квалитетан програм превенције повреде предњег укрштеног лигамента ставља фокус на две битне карактеристике:

1. Унилатералну снагу;
2. Правилну технику доскока и децелерације.

Највећи број руптура дешава се када спортиста који је слаб управо доскаче или мења правац. Плиометријске вежбе морају бити добро испланиране и правилно научене, у супротном може доћи до проблема у пателофеморалном зглобу. Сваки плиометријски програм неопходно је започети од прве фазе. Наведене вежбе прве фазе плиометријског тренинга представљају основу за превенцију повреда предњег укрштеног лигамента. Унилатералне вежбе снаге, адекватан плиометријски тренинг и кондицијски тренинг који наглашава кондиционирање кроз промене правца кретања чине основу превенције.

Да би успешно превенирали повреде предњег укрштеног лигамента мора постојати баланс у тренингу снаге између зглоба колена и зглоба кука, треба комбиновати линеарне и латералне скокове, поскоке и друге плиометријске вежбе и постепено их усложњавати. Уколико су нам доступна само два дана за тренинг ових квалитета, линеарне и латералне плиометријске вежбе користимо у оба тренажна дана.

Прогресивни плиометријски програм један је од најбољих начина за побољшање експлозивне снаге, брзине, као и способности хоризонталног и вертикалног скока уз смањење ризика од повреда. Важно је нагласити да не постоји пречица до побољшања већ само пречица до повреде. Осим плиометријског тренинга, за развој експлозивне снаге користе се плиометријске вежбе са медицинком и вежбе Олимпијског дизања тегова.

Плиометрију можемо користити и до 4 пута недељно са два линеарна и два латерална дана, уколико је програм адекватно испланиран у складу са индивидуалним карактеристикама спортисте. Спортисти који желе да безбедно унапреде брзину, вертикални скок или целокупну снагу имају значајне бенефите од тренинга плиометрије.

5. ЗАКЉУЧАК

Плиометријски тренинг се показао као веома ефикасна метода за побољшање физичких перформанси кошаркаша. Укључивањем експлозивних, високоинтензивних покрета у тренажни режим, плиометрија циља кључне физичке атрибуте као што су снага, брзина, агилност и снага, а све то је неопходно за врхунски резултат у кошарци.

Плиометријске вежбе функционишу тако што брзо истежу и скраћују мишиће, побољшавају неуромускуларну координацију и повећавају ефикасност циклуса издужење-скраћење, што је од виталног значаја за радње попут скакања, спринта и промене правца кретања. Плиометријски тренинг значајно доприноси побољшању висине вертикалног скока, омогућавајући играчима да постигну већу способност скокова у одбрани и нападу и већи потенцијал за блокирање шутева противника.

Развој брзине и агилности додатно користи кретању на терену, посебно током брзих контранапада, латералних кретања и одбрамбених задатака. Поред тога, плиометријске вежбе јачају мускулатуру, тетиве и лигаменте, на тај начин умањујући ризик од уобичајених кошаркашких повреда, као што су уганућа и истегнућа. Такав ефекат се постиже тиме што плиометријски тренинг унапређује стабилност зглобова и капацитет мишићно-скелетног система да апсорбује силе удара.

Играчи који редовно примењују плиометријске вежбе не само да доживљавају побољшање у својим перформансама, већ развијају и бољу мишићну меморију и специфичне обрасце кретања, што доприноси ефикаснијем кретању у реалним кошаркашким условима. Укључивање плиометрије у свеобухватни програм тренинга нуди холистички приступ кондицијској припреми кошаркаша.

Узимајући у обзир захтеве спорта као што је кошарка, где су експлозивни покрети и брзе промене правца кључни, плиометријски тренинг је неопходан алат за достизање пуног потенцијала. Како се тело адаптира на такве тренажне стимулусе, кошаркаши су боље припремљени да се суоче са физичким изазовима такмичарске кошарке, што на крају доводи до бољег резултата, веће отпорности и смањеног ризика од повреда.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Anthony N. Turner & Ian Jeffreys (2010). The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement. London Sport Institute, Middlesex University, London, England and University of Glamorgan Pontypridd, Wales, United Kingdom.
2. Asadi A. (2013). Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sci Health* (133-137).
3. Asadi A., Arazi H., Young B. Warren, & Eduardo Saez de Villarreal (2016). The Effects of Plyometric training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, 563-573: Human Kinetics.
4. Aksović N., Kocić M., Berić D., & Bubanj S. (2020). EXPLOSIVE POWER IN BASKETBALL PLAYERS. *Physical Education and Sport* (pp. 119-134). Faculty of Sport and Physical Education, University of Niš, Niš, Serbia.
5. Aksović N., Bjelica B., Milanović F., Milanović Lj., & Jovanović N. (2021). Development of explosive power in basketball players. *Turk J Kineisol*, 7(1), 44-52. DOI: 10.31459/turkjin.
6. Bompa, O. T. (1993). *Power Training for Sport: Plyometrics for Maximum Power Development*. Coaching Assn of Canada.
7. Bishop D, Spencer M. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2004 Mar;44(1):1-7. PMID: 15181383.
8. Booth A. Mark, & Orr R. (2016). *Effects of Plyometric Training on Sports Performance*. Department of Exercise and Sports Science, University of Sydney, Sydney, Australia.
9. Boyle, M. (2016). *New Functional Training for Sports*. United States: Human Kinetics.
10. Carter, J., Greenwood, M. (2014). Complex Training Reexamined, *Strength and Conditioning Journal* 36(2):p 11-19.
11. Chen L., Zhang H., & Meng L. (2018). Study on the influence of plyometric training on the explosive power of basketball players. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2018; 5(3): 140-143.
12. Correia et al. (2022). Effect of plyometric training on sprint and change of direction speed in young basketball athletes. *Journal of Physical Education and Sport* (pp. 305-310).
13. Čoh, M. (2004). *Motor learning in sport*. Ljubljana: University of Ljubljana.

14. Ћосић, М. (2024). Теорија спортског тренинга. Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања.
15. Donald A. Chu, & Gregory D. Myer (2013). Plyometrics. USA: Human Kinetics.
16. de Villarreal ES, Kellis E, Kraemer WJ, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. J Strength Cond Res. 2009 Mar;23(2):495-506. doi: 10.1519/JSC.0b013e318196b7c6. PMID: 19197203.
17. Huang H., Huang Wei-Yang, & Wu Cheng-En (2023). The Effect of Plyometric Training on the Speed, Agility and Explosive Strength Performance in Elite Athletes.
18. Ilić, D., Mrdaković, V. (2009). Neuromehaničke osnove pokreta. Beograd.
19. Јарић, С. (1997). Биомеханика хумане локомоције са биомехаником спорта. Београд: Досије.
20. Јаковљевић, С. (2010). Технологија Кошаркашког Тренинга. Београд: ФСФВ.
21. Komi, PV. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed, Exerc Sport Sci Rev: 81-121.
22. Kandel, R. E. (2001). The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue between Genes and Synapses, American Association for the Advancement of Science.
23. Komi, PV. (2003). Strength and Power in Sports, Blackwell Science Ltd.
24. Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, Di Pierno E, Mauro F. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. Med Sci Sports Exerc. 2002 Oct;34(10):1638-44. doi: 10.1097/00005768-200210000-00016. PMID: 12370566.
25. Mileusnic MP, Loeb GE. Mathematical models of proprioceptors. II. Structure and function of the Golgi tendon organ. J Neurophysiol. 2006 Oct;96(4):1789-802. doi: 10.1152/jn.00869.2005. Epub 2006 May 3. PMID: 16672300.
26. Mrdaković, V. (2006). Šeme preaktivacije mišića donjih ekstremiteta u različitim uslovima skoka u dubinu = Pre-Activity Modulation of Lower Extremity Muscles Within Different Types and Heights of Deep Jump, Fizička kultura: časopis za teoriju i praksu. – ISSN 0350-3828 (God. 60, br. 2, 2006, str. 113-128).
27. Mrdaković, V. (2010). Modulacija krutosti donjih ekstremiteta u zavisnosti od različitih frekvenci i inteziteta skokova : magistarski rad. Beograd.
28. Mrdaković, V. (2013). Neuromehanička kontrola izvođenja submaksimalnih skokova : doktorska disertacija, Beograd.

29. Meszler B, Vácz M. Effects of short-term in-season plyometric training in adolescent female basketball players. *Physiol Int.* 2019 Jun 1;106(2):168-179. doi: 10.1556/2060.106.2019.14. Epub 2019 Jul 4. PMID: 31271308.
30. Potteiger et al. (1999). Muscle Power and Fiber Characteristics Following 8 Weeks of Plyometric Training, *Journal of Strength and Conditioning Research* 13(3):p 275-279.
31. Purves et al. (2001). *Neuroscience*, 2nd edition, Sinauer Associates Oxford University Press.
32. Rhoades, Rodney A., Bell, David R. (2008). *Medical Physiology: Principles for Clinical Medicine*, Lippincott Williams & Wilkins.
33. Ранисављев, И., Стефановић, Ђ. (2020). Теорија и технологија кондицијске припреме. Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања.
34. Santello, M., McDonagh MJ. The control of timing and amplitude of EMG activity in landing movements in humans. *Exp Physiol.* 1998 Nov;83(6):857-74. Doi:10.1113/expphysiol.1998.sp004165. PMID: 9782194.
35. Santos EJ, Janeira MA. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2008 May;22(3):903-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a59f2. PMID: 18438223.
36. Стефановић, Ђ., Јаковљевић, С., Јанковић, Н. (2010). *Технологија припреме спортиста*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања.
37. Santos EJ, Janeira MA. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2011 Feb;25(2):441-52. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b62be3. PMID: 20453686.
38. Stojanovic MD, Ostojic SM, Calleja-González J, Milosevic Z, Mikic M. Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2012 Aug;52(4):375-81. PMID: 22828459.
39. Slimani M., Chamari K., Miarka B., Fabricio B. Del Vecchio, & Cheour F. (2016). Effects of Plyometric Training on Physical Fitness in Team Sport Athletes: A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics* volume 53/2016, 231-247 DOI: 10.1515/hukin-2016-0026.
40. Svilar, L. (2022). *Essentials of physical performance in elite basketball*, 3RD Edition. Zagreb, Hrvatska: Data Status.
41. Turner A., & Comfort P. (2018). *Advanced strength and conditioning: An Evidence-based Approach*. New York: Routledge.

42. Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign: Human Kinetics.
43. Zatsiorsky, V.M., Kraemer, W.J. (2009). *Nauka i praksa u treningu snage*, Beograd: Data Status i Subcom.
44. Željaskov, V. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista: teorija, metodika I praksa*, Beograd: Sportska akademija.
45. Wang X., Lv C., Qin X., Ji S., & Dong D. (2023). Effectiveness of plyometric training vs. complex training on the explosive power of lower limbs. A Systematic review. *Front. Physiol.* 13:1061110. doi: 10.3389/fphys.2022.1061110. Institute of Sports Health and Recreation of National Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan.