

УДК:796.012.414

DOI:

УТИЦАЈ СПОЉАШЊИХ И УНУТРАШЊИХ ФАКТОРА НА ВИСИНУ СКОКА ИЗ ПОЛУЧУЧЊА

Драган Клисарић

Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, студент МАС, Србија

Сажетак

Скок из получучња је важно средство – вежба којом се утврђује снага мишићних група кинетичког ланца који доводи до висине скока. Наука и пракса су установиле велики број фактора који утичу на висину скока из получучња, од којих су најбитнији издвојени и описани. Циљ рада био је да се опише и објасни утицај спољашњих и унутрашњих фактора на висину скока из получучња. У раду су упоређивани и коментарисани резултати доступних домаћих и страних научних истраживања. Анализом истраживаних извора дошло се до закључака да највећи утицај на висину скока из получучња код спољашњих фактора има начин извођења, док највећи утицај код унутрашњих фактора има раст. Резултати овог рада могу се искористити за побољшање квалитета усмеравања и тестирања способности, као и процеса тренинга ради постизања што бољег успеха у многобројним спортским гранама и њиховим дисциплинама.

Кључне речи: МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ / РАЗЛИКА / РАСТ / ПОЛ

Кореспонденција са аутором: Драган Клисарић, E-mail: dklisaric94@gmail.com

УВОД

Савремени спорт захтева спровођење спортског тренинга на квалитетан начин ради развоја специфичних способности спортиста и постизања што бољег успеха на такмичењу. За остварење тог циља потребно је уложити пуно труда, воље, знања и других ресурса. У складу са специфичностима покрета и кретања одређеног спорта и њему припадајућих спортских дисциплина, у тренингу се користе многобројне вежбе. Скок из получучња (енг. Squat jump – SJ) је вежба која се користи у спортском тренингу ради развоја и праћења способности спортиста. Бројни су фактори који утичу на висину скока из получучња и они су често предмет научних истраживања.

Анализом различитих информационих извора, уочава се постојање великог броја детерминације фактора који одређују SJ. У овом раду изворе чине научни радови, објављени у међународним и домаћим часописима, категорисаним у M22, M53 и другим. За потребе овог рада појам фактор се дефинише као околност, чињеница или утицај који доприноси резултату. У научном истраживању фактори су независне варијабле које могу да се контролишу дизајном истраживања. Фактори, као независне варијабле, могу да утичу на појаве, стања или процесе, које називамо зависне варијабле које се мењају, квалитативно или квантитативно, по мери утицаја независних варијабли. Фактори могу остваривати утицај појединачно, што се назива монокаузалност или контингентно, односно удружено од стране више фактора, што се назива мултикаузалност.

У научном истраживању фактори су величина, коју карактеришу квалитативне и нарочито квантитативне димензије, попут обима (количине), интензитета (јачине), времена трајања испољеног утицаја, брзине испољавања утицаја, смера утицаја, валентности итд. Фактори могу испољавати утицај различитог степена интензитета: мали, средњи, и велики утицај, укључујући и степен потпуног детерминизма, према којем посматрани фактор има потпуни и у одређеним условима, нужан и искључив утицај. На исту појаву или процес може деловати само један фактор или више фактора здружено (контингентно), истовремено или сукцесивно, при чему је интензитет испољавања условљен везама и интеракцијама између самих фактора. У таквом мултифакторском, контингентном испољавању утицаја, један исти фактор може деловати у већој или мањој мери на посматрану појаву, у зависности од интеракције са другим утицајним факторима (нпр. мотивација за тренингом у интеракцији са температуром ваздуха у сали, квалитетом спортске опреме и реквизита, понашањем тренера итд).

Подела фактора, која је веома честа у научним истраживањима, јесте на спољашње и унутрашње. Према класификацији фактора код скока из саскока у студији Матића (2016а), слична класификација фактора је дефинисана у овом раду код тренажног средства скок из получучња. Ова подела је извршена према критеријуму припадности фактора спољашњој, тј. објективној средини (околини) или унутрашњој, тј. субјективној (личној). У овом раду размотрени су важнији спољашњи фактори: тип тренажног оптерећења, начин извођења и ергогена средства, као и унутрашњи: нервно-мишићни замор, раст и пол.

Проблем истраживања у овом раду се може формулисати у облику сложеног проблемског питања које гласи: „Који фактори остварују утицај на висину скока из получучња, као и који фактори имају највећи утицај и да ли међу њима постоји контингентно (здружено) дејство“? Предмет рада су спољашњи и унутрашњи фактори, скок из получучња и утицај фактора на висину скока из получучња. Циљ рада био је да се опише и објасни утицај спољашњих и унутрашњих фактора на висину скока из получучња, као и да се утврди који фактори имају највећи утицај и да ли међу њима има здруженог дејства.

СПОЉАШЊИ ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА ВИСИНУ СКОКА ИЗ ПОЛУЧУЧЊА

Висина скока из получучња и тип тренажног оптерећења

Ради побољшања способности спортиста, у тренингу се користе различити облици и методе механичког оптерећења, попут дизања тегова, плиометријског тренинга, експлозивног метода и многи други. Правим одабиром и комбинацијом чинилаца оптерећења у зависности од индивидуалног статуса спортисте, захтева самог спорта и такмичарске дисциплине... добиће се резултати тренирања који воде ка побољшању моторичких способности спортисте.

У студији Вилсона и сарадника (Wilson, Newton, Murphy & Humphries, 1993) која је трајала 10 недеља, циљ је био да се упореде ефекти три различита метода тренажног оптерећења: дизање тегова, плиометријски метод и експлозивни метод. Учествовало је 64 испитаника који су имали најмање годину дана тренажног искуства и могли су да подигну оптерећење веће од њихове телесне масе (ТМ) у вежби получучањ. Испитаници су насумично подељени у три експерименталне групе према наведеним методама оптерећења и у контролну групу. Такође, битно је напоменути да нису постојале разлике између група испитаника у поређењу антропометријских карактеристика и мереним физичким способностима. Пре почетка програма, група која је спроводила експлозивни метод тренинга, изводила је вежбу чучањ – скок са додатним спољашњим оптерећењем, које је омогућавало испољавање максималне снаге. Вежба чучањ – скок је увек извођена у плиометријском систему снаге, којим је за статички положај одређен угао у зглобу од 2.1 до 3.14 рад. Оптерећење за сваку радну серију подешавано је тако да сваки испитаник испољи приближно 30% од измерене максималне изометријске силе. Ово оптерећење је подешавано како су испитаници напредовали током 10 недеља. Резултати студије Вилсона и сарадника (1993) показују да је група која је спроводила експлозивни метод тренинга остварила висину скока пре почетка програма од 33.8 cm; током програма (4 недеље) 37.8 cm и након осам недеља 38.8 cm. Такође, то показује да је група која је примењивала експлозивни метод тренинга значајно побољшала висину скока у поређењу са осталим групама које су спроводиле другачије методе тренажног – експерименталног оптерећења, што је приказано у Табели 1. Такође, може се приметити да се значајно побољшање остварује након пет недеља за 5 cm, након чега се уочава плато.

Табела 1 Резултати теста скока из получучња: пре, током и након 10 недеља тренинг програма

Групе	Мерења		
Максимална висина скока из получучња (cm)	Пре	Током	Након
Контролна група	35.9	35.1	35.8
Група дизања тегова	38.0	39.3	40.4
Плиометријска група	35.6	36.2	37.9
Група максималне снаге	33.8	37.8	38.8

На основу описане студије може се закључити да фактор тип карактера тренажног оптерећења, тачније експлозивни метод тренинга у великој мери утиче на побољшање висине скока из получучња у односу на плиометријски метод тренинга и дизање тегова.

У новијој студији Вандерке и сарадника (Vanderka, Longová, Olasz, Krčmár & Walker, 2016) циљ је био да се у трајању од осам недеља испита да ли је вежбом чучањ – скок са индивидуално одређеним оптерећењем могуће истовремено побољшати неколико способности, као и висину скока из получучња. Наведена вежба представља експлозивни метод тренинга. Вежба се изводи тако што се шипка са оптерећењем поставља на рамена испитаника, затим он врши чучањ, након чега изводи брзо опружање у зглобовима ногу и тупа и напушта подлогу. Чини се да је величина оптерећења које се користи при овој вежби од кључне важности за исход тренинга. Наиме, тренинг са лакшим

оптерећењем побољшаће снагу при високој брзини покрета, тј. при крају криве сила – брзина; док ће тренинг са великим оптерећењем побољшати снагу при великој мишићној сили (малој брзини покрета), тј. при крају криве сила – брзина (McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002; Smilios, Sotiropoulos, Christou, Douda, Spaias & Tokmakidis, 2013 према Vanderka и сар., 2016). У студији су учествовали студенти Факултета за спорт и физичко васпитање, који су били умерено утренирани, са најмање две године искуства у тренингу снаге. Коришћено оптерећење у трајању од осам недеља одређено је на основу мерења испољене снаге у тесту са прогресивним повећањем оптерећења у вежби чучањ – скок са шипком на раменима. Првобитно оптерећење износило је 20 kg, затим се повећавало са по 10 kg у свакој серији. Оптерећење при коме се јавио плато у испољавању максималне снаге (P_{max}) представљало је тражено индивидуализовано радно оптерећење за програм тренинга. Сила, снага и брзина су мерени линеарним трансдуктером марке „Fitronic“. Експериментална група је изводила вежбу чучањ – скок са претходно одређеним оптерећењем у тесту. У току осам недеља спроведено је тринаест тренинга са 8 серија по 4 понављања са оптерећењем које омогућава испољавање максималне снаге и 13 тренинга са 4 серије по 8 понављања са оптерећењем које омогућава испољавање 80% од максималне снаге. Висина скока мерена је помоћу „Myotest“ система који мери висину скока кроз промену позиције у вертикалној оси.

Резултати студије Вандерке и сарадника (2016) показали су да је након примене експлозивног метода тренинга у трајању од осам недеља, експериментална група остварила висину скока из получучња, пре почетка програма од 39.3 cm, током реализације програма 45.3 cm и након реализованог програма 45.4 cm, што указује на значајно побољшање у односу на контролну групу, како је приказано у Табели 2. Поред тога, може се уочити да се након четири недеље (током) студије висина скока побољшава за 6 cm, након чега се догађа плато.

Табела 2 Просечне вредности резултата експерименталне и контролне групе у висини скока из получучња: пре, током и након осам недеља студије

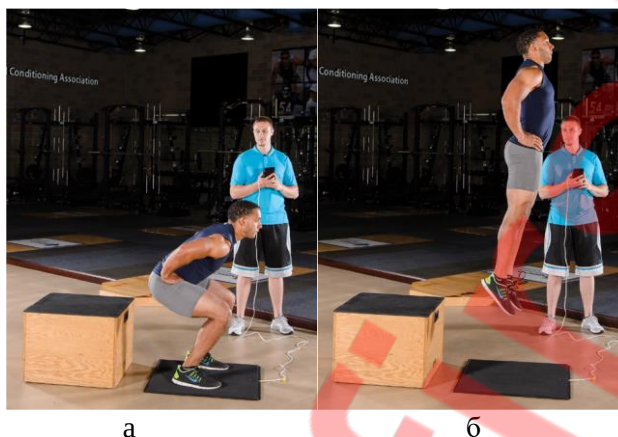
Тест	Експериментална група			Контролна група		
	Пре	Током	Након	Пре	Током	Након
Скок из получучња (cm)	39.3	45.3	45.4	41.3	40.6	41.8

Налази наведених студија указују да фактор тип тренажног оптерећења (експлозивни метод тренинга) у великој мери утиче на повећање висине скока из получучња и то у кратком временском периоду од четири и пет недеља за групе испитаника које су наведене у анализираним истраживањима. Ипак, треба истаћи постојање ограничења у закључивању по претходно анализираним истраживањима јер постоје разлике у приступу одређивања оптималног тренажног оптерећења између студија. У првој студији оптерећење је одређено на основу максималне изометријске силе, док је у другој, оптерећење одређено на основу платоа у испољавању максималне снаге (P_{max}).

Начин извођења и висина скока из получучња

Скок из получучња се изводи из статичког положаја, тако што се из усправног положаја спушта у позицију получучња са прегибом у скочном зглобу, зглобу колена (под углом од 90°) и зглобу кука. У том положају испитаник се задржава 2 до 3 секунде, након чега се изводи максималан скок увис (Слика 1). Овај начин извођења искључује учешће циклуса мишићног режима рада издужење - скраћење, те се скок остварује само на основу концентричне мишићне контракције. У поређењу са скоком из саскока и скоком из почучња, скоком из получучња се остварују ниже вредности у висини скока. Овај скок може бити користан за спортове и њихове дисциплине у чијим кретањима не претходи ексцентрична контракција, већ се из изометријских услова испољава концентрична

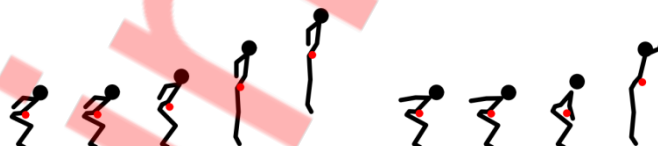
контракција, као нпр. код старта са стартног блока у пливању, блока у одбојци, скока под кошом у кошарци, скијашким скоковима и др.



Слика 1 Варијанта скока из получучња: а - почетна позиција, б – максималан скок према Хафу и Триплету (Haff & Triplett, 2016)

Већина скокова у свакодневним и спортским активностима изводе се са брзим замахом рукама које је синхронизовано и у поретку са кретањем ногу, што све заједно води до побољшања висине скока. Такође, у спортским активностима често се догађа извођење скока са једне ноге (унилатерално), што је објашњено у даљем тексту.

У студији Хараја и сарадника (Hara, Shibayama, Fukushima, 2006) циљ је био да се испита како замаха рукама утиче на снагу и рад ногу током вертикалног скока и да се стекне увид како замаха рукама може да повећа висину скока. Испитаници су изводили скок из получучња без замаха руку и скок из получучња са замахом руку (Слика 2). Резултати истраживања, на основу кретања тежишта тела, показују већу висину скока из получучња са замахом руку 56 cm, у односу на скок из получучња без замаха руку 46.2 cm, што представља значајну разлику.



Слика 2 Варијанте: SJ из получучња без замаха рукама (а); (b) SJ из получучња са замахом рукама (Hara, Shibayama, Fukushima, 2006)

Истраживање Хараја и сарадника (2006) показује да скок из получучња са замахом рукама подиже тежиште тела више него скок из получучња без замаха рукама и то за 9.8 cm, а такође доприноси повећању укупног ангажовања скочних зглобова, колена и кукова.

У неколико студија пронађено је да је висина скока са обе ноге (билатерално) мања од збира висине два пута изведеног скока на једној нози (унилатерално). Ово указује на појаву билатералног дефицита (BLD). Овај феномен Боберт и сарадници (Bobbert, de Graaf, Jonk & Casius, 2006) објашњавају као дефицит у механичком излазу ногу појединачно при скоку са обе ноге истовремено у односу на скок на једној нози појединачно.

У спорту се користе различите процедуре и тестови у циљу побољшања способности или опоравка спортиста. Мерење билатералне асиметрије (мишићне неусклађености) ногу помаже у предвиђању и могућем спречавању повреда спортиста. Лотурко и сарадници (Loturco, Pereira, Kobal, Abad, Komatsu, Cunha & Cohen, 2018) тестирали су врхунске спортисте – фудбалере у скоку из

получучња са обе ноге и скоку из получучња на једној нози. Сви скокови су се изводили са шакама на боковима. Резултати су показали да су испитаници у просеку остварили висину од 33.9 cm у скоку из получучња са обе ноге (билатерално), док су у просеку остварили висину скока од 17 cm на једној нози (унилатерално). Евидентно је да се већа висина скока остварује када се скок из получучња изводи са обе ноге истовремено и то за 16.9 cm. Примена скока из получучња помаже у откривању билатералне асиметрије, на шта се даље може утицати различитим тренажним процедурама (нпр. примена унилатералних вежби) у циљу постизања мишићне усклађености и побољшања способности али и у спречавању могућих повреда.

У студији Психаракиса и сарадника (Psycharakis, Eagle, Moir, Rawcliffe, Mckenzie, Graham... & Connaboy, 2019) циљ је био да се испита ефекат додатног оптерећења при појави билатералног дефицита у скоку из получучња. У студији је учествовало 40 мушкараца рекреативно тренираних. Сви испитаници су изводили скок из получучња са обе ноге и појединачно: скок са леве ноге и скок са десне ноге. Такође, наведени скокови су се изводили без додатног оптерећења и са додатним оптерећењем од 10 % од укупне телесне масе. Сви скокови су изведени без замаха рукама, тако што су се шаке налазиле на боковима. У тесту без додатног оптерећења испитаници су у просеку остварили висину скока из получучња на левој нози од 26 cm, на десној, висину од 25 cm, што чини суму од 51 cm, док су у скоку из получучња са обе ноге остварили висину од 44 cm. Затим, у тесту са додатним оптерећењем испитаници су у просеку остварили висину скока из получучња на левој нози од 23 cm, на десној, висину од 23cm, што чини суму од 46 cm, док су у скоку из получучња са обе ноге остварили висину 41 cm.

Студија Психаракиса и сарадника (2019) показује да билатерални дефицит постоји и да су вредности висине скока веће у условима без додатног оптерећења. Висина скока из получучња са обе ноге је већа за 17 (18) cm у односу на извођење скока на једној нози. Такође, висина скока је већа и у условима са спољашњим оптерећењем и то за исту разлику од 18 cm.

Компарацијом описаних студија, може се закључити да фактор начин извођења у великој мери утиче на повећање висине скока из получучња и то у првој студији за 9.8 cm, у другој за 16.9 cm и у трећој за 18 cm.

Ергогена средства

Ергогена средства представљају материје које могу да побољшају спортски успех, нарочито отклањањем симптома замора, а то могу бити кофеин, креатин, фармаколошка средства и др. Конзумирање кофеина подстиче различите физиолошке ефекте који могу да допринесу бољем извођењу вежби максималног интензитета. Већина истраживања бави се изучавањем утицаја кофеина и његове примене у оквиру спортова типа издржљивости, док је мање оних која изучавају ефекте кофеина у спортовима у којима се тражи испољавање снаге и извођење активности високог интензитета.

Студија Блумса и сарадника (Bloms, Fitzgerald, Short & Whitehead, 2016) имала је за циљ да испита ефекте кофеина на извођење вертикалних скокова (SJ и скока са почучњем -CMJ). Испитаници су конзумирали 5 mg кофеина/kg телесне масе. Након 60 минута, изводили су скокове. Резултати истраживања показали су да је експериментална група остварила висину скока из получучња од 34.5 cm, док је плацебо група остварила висину скока од 32.8 cm, што чини разлику од 1.7 cm. Између група је утврђена статистички значајна разлика ($p = 0.001$) помоћу t-теста за зависне узорке. Међутим, студија Блумса и сарадника (2016) не пружа податке о висини скока из получучња за испитиване групе пре конзумирања кофеина. Наиме, то представља битан податак, који би могао да помогне прецизнијем утврђивању и релевантнијем закључивању о утицају кофеина на висину скока из получучња.

Један од најиспитиванијих суплемената јесте креатин монохидрат ($C_4H_9N_3O_2$), који се природно ствара у јетри и бубрезима из одређених аминокиселина, а такође се користи ради побољшања нивоа

мишићне силе и снаге код спортиста. У студији Стоуна и сарадника (Stone, Sanborn, Smith, O'Bryant, Hoke, Utter & Stone, 1999) испитиван је ефекат суплементације креатин монохидратом и калцијум пируватом на телесну масу, телесни састав и способности 42 играча америчког фудбала. Једна група је конзумирала креатин монохидрат, друга група калцијум пируват, трећа група комбинацију креатина и калцијум пирувата, четврта група је добијала препарат са плацебо ефектом. Тестирање скока из получучња изведено је пре почетка студије и након пет недеља. Сви испитаници су спроводили исти тренажни програм током сваке недеље. Пре почетка програма, прва група остварила је висину скока од 50 cm, друга група 51 cm, трећа група 50 cm, четврта група 53 cm. Након спроведеног програма тренинга, добијени су следећи резултати: прва група 51 cm, друга група 51 cm, трећа група 50 cm, четврта група 52 cm. Процентуална промена код прве групе износи 3.2%, код друге -1.3%, треће 0.8%, четврте 0.4%. У студији Стоуна и сарадника (1999) нема података о статистички значајној разлици између група. С тим у вези, није јасно у којој мери суплементација креатином утиче на висину скока из получучња, те се не могу извести потпуни закључци о његовом утицају.

У наредној студији Рамиреза и сарадника (Ramírez-Campillo, González-Jurado, Martínez, Nakamura, Peñailillo, Meylan & Izquierdo, 2016) циљ је био да се испита постојање ефекта коришћења креатин монохидрата приликом плиометријског тренинга у трајању од шест недеља на способности високог интензитета и издржљивости у фудбалу код жена. Дизајном студије, дефинисане су три групе испитаника и то: плиометријска група (плацебо), плиометријска група (суплементација креатином) и контролна група (плацебо) која није спроводила плиометријски тренинг. Група која је користила креатин монохидрат, конзумирала га је у дози од 20 g по дану, током прве недеље, распоређеног у четири једнаке дозе, затим 5g по дану током наредних пет недеља. Контролна група и плацебо група су добијале исте дозе, али глукозе. Изведено је мерење висине скока из получучња пре почетка програма тренинга. Добијене су просечне вредности висине скока из получучња, по групама: контролна група 23.5 cm, група која је конзумирала плацебо препарат 25 cm, група која је конзумирала креатин монохидрат 24.9 cm. Након шест недеља поново је изведено мерење, где су утврђене статистички значајне разлике ($p < 0.05$) између група које су конзумирале креатин монохидрат и групе која је конзумирала плацебо препарат у односу на контролну групу. Процентуална промена код групе која је конзумирала креатин монохидрат износи 8.3%, што указује на значајну статистичку разлику ($p \leq 0.01$) у односу на иницијално мерење, такође, постоји значајна статистичка разлика ($p < 0.05$) у поређењу са резултатом контролне групе од -0.7% након шест недеља. Процентуална промена код групе која је конзумирала плацебо препарат износи 5.1%, што представља значајну статистичку разлику ($p \leq 0.05$) у односу на иницијално мерење. Разлика између аритметичких средина рачуната је коришћењем Коеновог ефекта која показује значајно већи ефекат ($ES = 0.47$) код групе која је конзумирала креатин монохидрат у односу на групу која је конзумирала плацебо препарат ($ES = 0.27$) и контролну групу ($ES = -0.04$). У овој студији нису приказане мерене висине скока из получучња након шест недеља. Аутори закључују да примена плиометријског метода тренинга али и креатин монохидрата у суплементацији доводи до веће висине скока из получучња код жена у фудбалу.

На основу описаних студија може се закључити да фактор ергогена средства у садејству са другим факторима утиче у малој мери на висину скока из получучња.

УНУТРАШЊИ ФАКТОРИ И ВИСИНА СКОКА ИЗ ПОЛУЧУЧЊА

Нервно-мишићни замор

Постоји свега неколико истраживања и научних радова у вези са ефектима нервно-мишићног замора на извођење скока из получучња. Замор у доњим екстремитетима може довести до слабијег извођења скока из получучња, услед смањене моторне и мишићне контроле. Студија Робина и

сарадника (Robineau, Jouaux, Lacroix & Babault, 2012) имала је за циљ да одреди – квантификује нервно-мишићни замор доњих екстремитета. Ради реализације задатог циља постављен је модел фудбалске утакмице у трајању од 90 минута, састављене од два полувремена од 45 мин, са паузом између од 15 мин. Испитаници су били фудбалери аматери који се такмиче на регионалном нивоу и искуством више од 10 година тренинга. Резултати истраживања показали су да је висина скока из получучња, пре експерименталног фактора износила 34.6 cm, на полувремену 32.8 cm, затим на крају утакмице 31.8 cm, што представља значајан пад у односу на почетак.

Нервно-мишићни замор, исказан укупним временом трајања експерименталног фактора, утицао је на смањење висине скока из получучња на полувремену за 1.8 cm и за 2.8 cm на крају, у односу на почетак утакмице.

У нешто новијој студији Куперове и сарадника (Cooper, Dabbs, Davis, Sauls, 2018) испитиван је утицај експерименталног програма на нервно-мишићни замор доњих екстремитета и на извођење скока из получучња. Рекреативно утренирани испитаници извели су Босков протокол који се састоји од извођења 60s узастопних чучањ - скокова са шакама на боковима. Резултати истраживања показују да је висина скока из получучња пре протокола била 39.48 cm, а након протокола 35.6 cm. Поред тога највећи излаз брзине пре протокола износио је $2.41 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, а након протокола $2.13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Стопа развоја брзине (енг. Rate of speed development - RVD) пре протокола износила је $2,162.14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, а након протокола $2,408.53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Босков протокол је регистровао значајно и акутно смањење висине скока из получучња, што аутори објашњавају смањењем нервно-мишићне контроле и нарушене координације, као резултат протокола замора. Студија Куперове и сарадника (2018) је доказала да је довољно 60 s непрекидног рада да се изазове замор и мања висина скока за 6.8 cm. У овој студији недостају подаци из протокола Боско, а то су фреквенција скокова и време контакта са подлогом. Оба фактора су временски параметри, детерминисани нервно-мишићном координацијом, за разлику од висине скока која је просторни параметар. Приликом планирања програма тренинга неопходно је одредити адекватне паузе између серија и вежби, како би се произвели жељени ефекти на физичке способности. Задржавање уморног играча у игри такође може да повећа ризик од повређивања, услед смањене унутар мишићне и укупне координације и ефикасности кретања. Циљ у сваком спорту је да се континуум оптималне ефикасности одржи током такмичења.

Може се закључити да је у првој студији претпостављени фактор замор утицао у малој мери у негативном смеру, тј. смањио висину скока из получучња на полувремену и на крају утакмице у односу на почетак моделоване утакмице. У другој студији, на нешто другачији начин и нешто већој мери, фактор замор је такође исто деловао и смањио висину скока из получучња, након извођења Босковог протокола у односу на период пре извођења.

Раст и пол као унутрашњи фактори од значаја на висину скока из получучња

Раст се односи на повећање величине тела и његових делова, док се развој односи на функционалне промене организма (органских система) које се дешавају током раста. Тренери у спорту треба да разумеју физиолошке карактеристике деце, зато што раст и развој костију, мишића, нерава и органа у великој мери диктирају њихове физиолошке капацитете и способности. Како деца расту, уједно се одвијају и функционалне промене организма. Поред фактора раст, још је од значаја за висину скока из получучња и фактор пол. Посматрајући биолошки и физиолошки аспект фактора пол, уочене су одређене разлике између мушкараца и жена, као што су мањи број и величина мишићних влакана код жена, разлике у снази, поготово у горњем делу тела, далеко ниже вредности хормона тестостерона и др. (Kenney, Wilmore, Costill, 2015). Наведене разлике одређују и разлике у способностима и у постизању спортских резултата.

Скок из получучња се користи као тест ради процене нервно-мишићних способности и њиховог степена развоја код деце. У студији Лазаридиса и сарадника (Lazaridis, Bassa, Patikas, Hatzikotoulas, Lazaridis & Kotzamanidis, 2013) испитиване су биомеханичке разлике између деце волонтера у

предпубертетском узрасту од 9 до 11 година и одраслих мушкараца, старости од 19 до 27 година у извођењу скока из получучња. Испитаници су били неутренирани и нису учествовали у систематском спортском тренингу претходне две године. Резултати истраживања показали су да је висина код свих скокова значајно већа код мушкараца. Дечаци су у просеку остварили висину скока од 15 cm, што је далеко ниже него код одраслих мушкараца који су остварили висину од 29 cm, што представља разлику од 14 cm. Та разлика може настати услед разлике у варијаблама: вертикална сила реакције подлоге (vGRF) и угаоно убрзање у зглобу колена, током концентричне фазе скока, које су биле значајно веће код одраслих у односу на децу ($p < .001$). Такође, електромиографска активност (EMG) мишића била је нижа код дечака у односу на одрасле. EMG је била нижа код: m. vastus lateralis, m. tibialis anterior, где је EMG била значајно нижа ($p < 0.05$) за m. gastrocnemius medialis и m. soleus код дечака у односу на одрасле. Осим тога, одрасли су показали нижу активност антагонистичких група мишића током концентричне фазе скока, што може да указује на неусклађеност координационих атрибута од значаја за извођење скокова код деце. На основу наведеног, може се закључити да дечаци остварују мању висину скока из получучња у односу на одрасле због незавршеног процеса раста.

У наредној студији Николидиса и сарадника (Nikolaidis, Afonso, Clemente-Suarez, Alvarado, Driss, Knechtel & Torres-Luque, 2016) циљ је био да се испита повезаност између вертикалних скокова са Вингејт анаеробним тестом код одбојкашица. У студији су учествовале адолесценткиње просечног узраста 16 година и одрасле одбојкашице узраста 25 година. Резултати студије показују да су адолесценткиње у просеку оствариле висину скока од 22 cm, док су одрасле одбојкашице у просеку оствариле 25 cm, што представља разлику од 3 cm. Вредности варијабли Вингејт анаеробног теста: апсоолутна снага (P_{peak}) и просечна снага (P_{mean}) биле су различите за адолесценткиње и одрасле одбојкашице ($p < 0.05$), изузев израчунатог индекса замора (FI). Утврђено је да је скок из получучња у ниској до умереној корелацији са апсоолутном снагом (P_{peak}) ($0.28 \leq r \leq 0.46$ код адолесценткиња и $0.58 \leq r \leq 0.61$ код одраслих) и са просечном снагом (P_{mean}) ($0.43 \leq r \leq 0.51$ код адолесценткиња и $0.67 \leq r \leq 0.71$ код одраслих) спроведеног Вингејт анаеробног теста. На основу описаног, може се закључити да мишићна снага има битну улогу у испољавању веће висине скока из получучња код одраслих одбојкашица у односу на адолесценткиње.

Компарацијом описаних студија може се закључити да фактор раст у првој студији, где су разлике у годинама веће, него у другој студији, утиче у великој мери на висину скока из получучња. У другој студији фактор раста утиче у малој мери на висину скока из получучња, вероватно због мање разлике у годинама. Такође, постоји контингентно деловање фактора раста и фактора пола, што објашњава веће висине скока из получучња у првој студији, у односу на другу студију и то за 11 cm.

У наредној, трансверзалној студији Дореа и сарадника (Doré, Bedu & Van Praagh, 2008) циљ је био да се испита мишићна снага ногу и упореде скок из получучња код бициклиста. Узорак су чинили 383 девојчице и 407 дечака узраста 9-19 година. Првим тестирањем измерене су антропометријске вредности: ТМ, телесна висина, дужина, обим и проценат масти на левој нози и безмасна компонента ноге. У табели 3 може се уочити да дечаци повећавају безмасну компоненту ноге и висину скока из получучња до 17. године, док безмасна компонента ноге и висина скока из получучња достижу плато код девојчица при узрасту од 13 до 15 година.

Табела 3 Разлике дечака и девојчица у безмасној компоненти ноге и висини скока из получучња

Године	Узорак		Безмасна компонента ноге(l)		Висина скока из получучња (cm)	
	Девојчице	Дечаци	Девојчице	Дечаци	Девојчице	Дечаци
9-10	34	33	2.36	2.46	21.0	21.6
10-11	39	30	2.91	2.66	22.1	23.2
11-12	39	29	2.96	2.96	22.0	26.1
12-13	45	41	3.86	3.62	25.0	26.0
13-14	27	40	4.35	4.23	24.5	28.6
14-15	19	47	4.42	4.79	25.6	31.3

15-16	54	49	4.72	5.76	26.3	33.5
16-17	59	50	4.77	6.20	24.6	36.2
17-18	43	54	5.01	6.39	25.4	37.9
18-19	24	34	4.70	6.48	25.9	36.8

Може се закључити да су дечади при свим узрастима остварили веће висине скока у односу на девојчице, што се објашњава разликом у безмасној компоненти мишића ногу.

У Студији Боска и сарадника (Bosco, Tsarpela, Foti, Cardinale, Tihanyi, Bonifazi, Viru, Viru, 2002) изучаване су карактеристике мишића опружача ногу, брзина трчања и концентрација тестостерона, у којој су учествовали 16 мушких и 12 женских спринтера италијанског државног тима, узраста од 22 до 24 године. Они су изводили скок из получучња без тега и са тегом (шипком на раменима са спољашњим оптерећењем од 50 до 200% од своје ТМ). Резултати су показали да су мушкарци при извођењу скока из получучња без оптерећења остварили значајно већу висину скока од 43.1 cm, у односу на жене 34.4 cm, док је разлика била мања при извођењу скока из получучња са спољашњим оптерећењем 100% од своје ТМ, где су мушкарци остварили 15.8 cm, а жене 13.8 cm. Претпоставља се да је измерени ниво тестостерона, који је био виши код мушкараца утицао на веће испољавање снаге у односу на жене, што доприноси већој висини скока. Мушкарци су бољи у експлозивној снази и брзини, али не и у јачини у односу на телесну масу.

Може се закључити да мушкарци у условима без спољашњег оптерећења остварују значајно већу висину скока од жена за 8.7 cm, док у условима са спољашњим оптерећењем 100% од своје ТМ, разлика је знатно мања и износи 2 cm.

На основу описаних студија, може се закључити да у студији са одраслим испитаницима у условима без спољашњег оптерећења, делује фактор пол који умерено утиче на повећање висине скока из получучња. Међутим, када се уведе фактор спољашње оптерећење, висина скока из получучња се у великој мери смањује (негативан смер деловања фактора). У студији компарације пола током процеса раста, већој висини скока код дечака допринело је контингентно деловање фактора пол и фактора безмасна компонента ноге. У поређењу наведене две студије, евидентно је да се веће висине скока остварују захваљујући контингентном деловању фактора нивоа утренираности испитаника и фактора раста.

ЗАКЉУЧАК

У овом раду анализирани су одабрани фактори који утичу на висину скока из получучња. На основу анализираних различитих информационих извора, пре свега научних радова, могу се извести закључци о утицају посматраних фактора на висину скока из получучња, који због ограничености недовољног теоријског и практичног обухвата, немају потпуни детерминистички карактер. Код спољашњих фактора највећи утицај остварује фактор начин извођења и то када се скок из получучња изводи са обе ноге у поређењу са извођењем на једној нози. Најмањи утицај код спољашњих фактора остварује фактор ергогена средства (кофеин и креатин монохидрат) у садејству са фактором тип тренажног оптерећења. Код унутрашњих фактора највећи утицај остварује фактор раст, када је разлика у годинама велика, док је утицај знатно мањи када је разлика у годинама мања. Најмањи утицај на SJ код унутрашњих фактора остварује фактор нервно-мишићни замор, који има негативан смер деловања, те смањује висину скока из получучња и то при краткотрајном раду високог интензитета.

Фактор тип тренажног оптерећења, који остварује мањи утицај на висину скока из получучња од фактора начин извођења, може имати значај у избору адекватног типа механичког оптерећења, што може бити од користи у спортовима у којима је трајање тренинга ограничено и где постоји згуснут календар такмичења, као што је у тимским спортовима. Фактор пол је показао да су мушкарци остварили веће висине скока из получучња, што се објашњава већом вредношћу хормона тестостерона и већој безмасној компоненти ноге.

Холистичка знања о спољашњим и унутрашњим факторима, који утичу на висину скока из получучња, су неопходна спортистима различитих профила, а посебно научним истраживачима и тренерима бројних спортских дисциплина (атлетика, фудбал, кошарка, одбојка, пливање, амерички фудбал, скијашки скокови и др.) ради ефективнијег и ефикаснијег управљања тренажним процесом. С обзиром да се методологија и сазнања која се стичу у овој области непрекидно усавршавају, потребно је стално праћење њиховог развоја и тиме бити актуелан и делотворан, како у истраживачким подухватима, тако и у процесу тренинга. Како би истраживања у овој области била егзактнија и имала већи значај, потребно је у истраживачком поступку применити прецизну скалу утицаја фактора са јасно формулисаним критеријумима и квантитативним показатељима којима се одређују нивои утицаја.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bloms, L. P., Fitzgerald, J. S., Short, M. W., & Whitehead, J. R. (2016). The effects of caffeine on vertical jump height and execution in collegiate athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1855-1861.
2. Bobbert, M. F., de Graaf, W. W., Jonk, J. N., & Casius, L. R. (2006). Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *Journal of applied physiology*, 100(2), 493-499.
3. Bosco, C., Tsarpela, O., Foti, C., Cardinale, M., Tihanyi, J., Bonifazi, M., Viru, M., Viru A. (2002). Mechanical behaviour of leg extensor muscles in male and female sprinters. *Biology of Sport*, 19, 189 – 202.
4. Cooper, C. N., Dabbs, N. C., Davis, J., & Sauls, N. M. (2018). Effects of Lower-Body Muscular Fatigue on Vertical Jump and Balance Performance. *Journal of strength and conditioning research*.
5. Doré, E., Bedu, M., & Van Praagh, E. (2008). Squat jump performance during growth in both sexes: comparison with cycling power. *Research quarterly for exercise and sport*, 79(4), 517-524.
6. Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2016). *Essentials of strength training and conditioning 4th ed.* USA: Human Kinetics.
7. Hara, M., Shibayama, A., Fukashiro, S. (2006). The effect of arm swings on vertical jumping, Japan. *Journal of Biomechanics*, 39(13), 2503-11.
8. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics.
9. Lazaridis, S. N., Bassa, E. I., Patikas, D., Hatzikotoulas, K., Lazaridis, F. K., & Kotzamanidis, C. M. (2013). Biomechanical comparison in different jumping tasks between untrained boys and men. *Pediatric Exercise Science*, 25(1), 101-113.
10. Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Komatsu, W., Cunha, R. & Cohen, M. (2018). Functional screening tests: Interrelationships and ability to predict vertical jump performance. *International journal of sports medicine*, 39(03), 189-197.
11. Матић, М. (2016а). Фактори који утичу на оптималну висину скока из саскока. *Годишњак Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду*, 21, 121- 134.
12. McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
13. Nikolaidis, P., Afonso, J., Clemente-Suarez, V., Alvarado, J., Driss, T., Knechtle, B., & Torres-Luque, G. (2016). Vertical jumping tests versus wingate anaerobic test in female volleyball players: the role of age. *Sports*, 4(1), 9.
14. Psycharakis, S. G., Eagle, S. R., Moir, G. L., Rawcliffe, A., McKenzie, C., Graham, S. M., ... & Connaboy, C. (2019). Effects of Additional Load on the Occurrence of Bilateral Deficit in Counter-Movement and Squat Jumps. *Research quarterly for exercise and sport*, 1-9.
15. Ramírez-Campillo, R., González-Jurado, J. A., Martínez, C., Nakamura, F. Y., Peñailillo, L., Meylan, C. M., & Izquierdo, M. (2016). Effects of plyometric training and creatine supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *Journal of science and medicine in sport*, 19(8), 682-687.
16. Robineau, J., Jouaux, T., Lacroix, M., & Babault, N. (2012). Neuromuscular fatigue induced by a 90-minute soccer game modeling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 555-562.

17. Smilios, I., Sotiropoulos, K., Christou, M., Douda, H., Spaias, A., & Tokmakidis, S. P. (2013). Maximum power training load determination and its effects on load-power relationship, maximum strength, and vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1223-1233.
18. Stone, M. H., Sanborn, K., Smith, L. L., O'Bryant, H. S., Hoke, T., Utter, A. C., & Stone, M. E. (1999). Effects of in-season (5 weeks) creatine and pyruvate supplementation on anaerobic performance and body composition in American football players. *International journal of sport nutrition*, 9(2), 146-165.
19. Vanderka, M., Longová, K., Olasz, D., Krčmár, M., & Walker, S. (2016). Improved maximum strength, vertical jump and sprint performance after 8 weeks of jump squat training with individualized loads. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15.
20. Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(11), 1279-1286.