

МЕТОДИКА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ГЪВКАВОСТТА И СИЛАТА В ТАЗОБЕДРЕНИТЕ СТАВИ В КРАЙНИТЕ ОБЕМИ НА ДВИЖЕНИЕ

Инес Субашка

Национална спортна академия „Васил Левски“,
докторант към катедра „Теория на спорта“

ORCID 

Ines Subashka - <https://orcid.org/0000-0001-8873-1331>

РЕЗЮМЕ

Активният обем на движение може да бъде лимитиран от неспособността на агониста да произведе максимална сила в крайния обем на движение. **Целта** на изследването е да проследи взаимовръзката между увеличаването на силата в крайните обеми на движение и максималната амплитуда на движение в съответните стави. **Предмет** на изследването е развиването на гъвкавостта при спортуващи хора на възраст $35,91 \pm 6,84$ години. **Обект** на изследването са силата в крайните обеми на движение, както и максималната амплитуда на движение. Изследването е проведено в периода януари – февруари 2023 г. За измерване на силата бяха използвани дигитален динамометър KINVENT K-Force и гониометър 4Fizjo. **Математико-статистически** методи: вариационен и сравнителен анализ. Получените резултати показват, че има голям ефект от приложената експериментална методика по отношение увеличаване на силата в крайните обеми на движение и увеличаване на максималната амплитуда (Cohen's $d > 0,8$). Най-голям прираст в обема на движение се наблюдава при екстензията в тазобедрените стави ($d\% = 70,59$ ляво и $61,54\%$ дясно), последван от външната ротация в тазобедрените стави ($d\% = 43,97$ дясно и $37,50\%$ ляво).

Ключови думи: гъвкавост, сила, динамометър, амплитуда

METHODOLOGY FOR INCREASING HIP FLEXIBILITY AND STRENGTH IN END RANGES OF MOTION

Ines Subashka

National Sports Academy "Vassil Levski", PhD student at the Department of Theory of sport

ABSTRACT

Active range of motion can be limited by the inability of the agonist to produce maximal force at end range of motion. **The objective** of the study was to track the relationship between the increase of strength in end range of motion and the maximal amplitude of movement in the corresponding joints. **The subject** of the study was increasing flexibility in people aged $35,91 \pm 6,84$. **The object** of the study were strength in end ranges of motion and maximal amplitude of

movement. The study was done between January-February 2023. Measurements of strength were done with a digital dynamometer KINVENT K-Force and maximal amplitude of movement was measured with goniometer 4Fizjo. **The mathematic-statistic** methods used were descriptive statistics and comparative analysis. Results showed that there was a large effect from the applied experimental methodology when it comes to increasing strength in end ranges of motion, as well as increasing maximal amplitude (Cohen's $d > 0,8$). The biggest increase in range of motion was observed in hip extension ($d\% = 70,59$ left and $61,54\%$ right), followed by hip external rotation ($d\% = 43,97$ right and $37,50$ left).

Keywords: flexibility, strength, dynamometer, amplitude

ВЪВЕДЕНИЕ

Много изследвания върху гъвкавостта се фокусират върху пасивния обем на движение, но от гледна точка на човешките движения – както във всекидневието, така и при практикуването на различни спортове, от значение е активният обем на движение (АОД). Мускулната слабост се свързва с ограничения в обема на движение (Afonso et al., 2021; Saraiva et al., 2014). Известно е, че величината на обема на движение зависи от силата на мускула, който извършва движението (агонист), и от еластичността на структурите, участващи в движението (Желязков и кол., 2020). АОД може да бъде лимитиран от неспособността на агониста да произведе максимална сила в крайния обем на движение (Wyon et al., 2013). Това се потвърждава и от Д. Харе, който отбелязва, че поради силовата недостатъчност агонистите не могат да спомогнат за достигане на необходимата амплитуда на движение (Кацикокерис, 2001). Бачева (2013) също наблюдава, че има положителна взаимовръзка между силата и гъвкавостта при състезателки по таекуондо, т.е. при състезатели с голяма гъвкавост се наблюдава и голяма сила на изследваните мускули. Това поражда необходимостта от прилагането на метод за увеличаване на АОД, който да акцентира на увеличаване на силата в крайните обеми на движение. **Целта** на настоящото изследване е да се проследи взаимовръзката между увеличаването на силата в крайните обеми на движение и максималната амплитуда на движение в тазобедрените стави.

МЕТОДОЛОГИЯ

Настоящото изследване беше проведено в периода януари – февруари 2023 г.

Предмет на изследването е развитието на гъвкавостта при спортуващи на възраст 30–50 години.

Обект на изследването са силата в крайните обеми на движение и максималната амплитуда на движение в тазобедрените стави.

Изследваните лица са 44 (34 жени и 10 мъже). За оценка на пиковата сила в крайните обеми на движение е използван дигитален динамометър KINVENT K-Force, а за измерване на максималната амплитуда на движение – гониометър 4Fizjo. Приложен е тренировъчен метод, който включва изпълнението на изометрични мускулни усилия – при най-голяма и най-малка дължина на мускулите, както и ексцентрични мускулни усилия. Тренировките са изпълнявани три пъти седмично, по един час, в продължение на шест месеца. **Математико-статистическите** методи, които са използвани за обработка на получените резултати, са: *вариационен анализ, сравнителен анализ (t-критерий на Стюдънт) и Cohen's d*. За обработка на резултатите е използван SPSS 27.

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

1. Вариационен анализ

В Таблица 1 са представени обобщените резултати от второто изследване с гониометър на експерименталната група. Установяваме нормално разпределение и повишаване на средните стойности за всеки един от изследваните показатели. Най-значим прираст има при екстензията в тазобедрените стави (дясно) ($d\%=70,59\%$) и абдукцията в тазобедрените стави – ляво (79,95%) и дясно (68,03%). Наблюдава се и покачване на минималните стойности – най-значимо е при флексията в тазобедрените стави (28° дясно и 18° ляво), последвано от абдукцията в тазобедрените стави (15° ляво и 14° дясно). Стойностите на коефициента на вариация показват, че групата е относително хомогенна за всички показатели.

Таблица 1. Резултати от вариационен анализ при измерване с гониометър (тазобедрени стави). Изследване 2 – експериментална група

	n	Xmin	Xmax	R	Mean	S	V	As	Ex
Външна ротация ляво	23	16	43	27	33,48	6,65	19,87	-1,265	1,312
Външна ротация дясно	23	20	40	20	32,17	5,42	16,86	-0,477	-0,317
Вътрешна ротация ляво	23	28	46	18	39,74	4,79	12,05	-0,936	0,411
Вътрешна ротация дясно	23	30	50	20	43,3	5,55	12,83	-0,696	0,249
Екстензия ляво	23	16	30	14	23,74	3,57	15,04	-0,239	-0,214
Екстензия дясно	23	15	33	18	23,96	5,36	22,35	0,215	-1,264
Флексия ляво	23	51	124	73	92,48	16,4	17,73	-0,165	1,521
Флексия дясно	23	62	128	66	90,57	14,2	15,68	0,408	1,349
Абдукция ляво	23	22	45	23	30,83	6,62	21,49	0,805	-0,323
Абдукция дясно	23	20	50	30	28,57	7,11	24,91	1,066	1,476

В Таблица 2 са показани обобщените резултати от второто изследване с гониометър при контролната група. Наблюдава се понижаване на средните стойности при вътрешната и външната ротация в тазобедрените стави. Най-значимо е при външната ротация (-11,07% дясно и -8,84% ляво). Беше отчетено и увеличаване на размаха при екстензията в тазобедрените стави, с 8° отляво и с 2° отдясно. Стойностите на коефициента на вариация показват, че групата е относително хомогенна при показателите външна ротация (ляво), флексия в тазобедрените стави и абдукция (ляво). При останалите показатели групата не е хомогенна.

Таблица 2. Резултати от вариационен анализ при измерване с гониометър (тазобедрени стави). Изследване 2 – контролна група

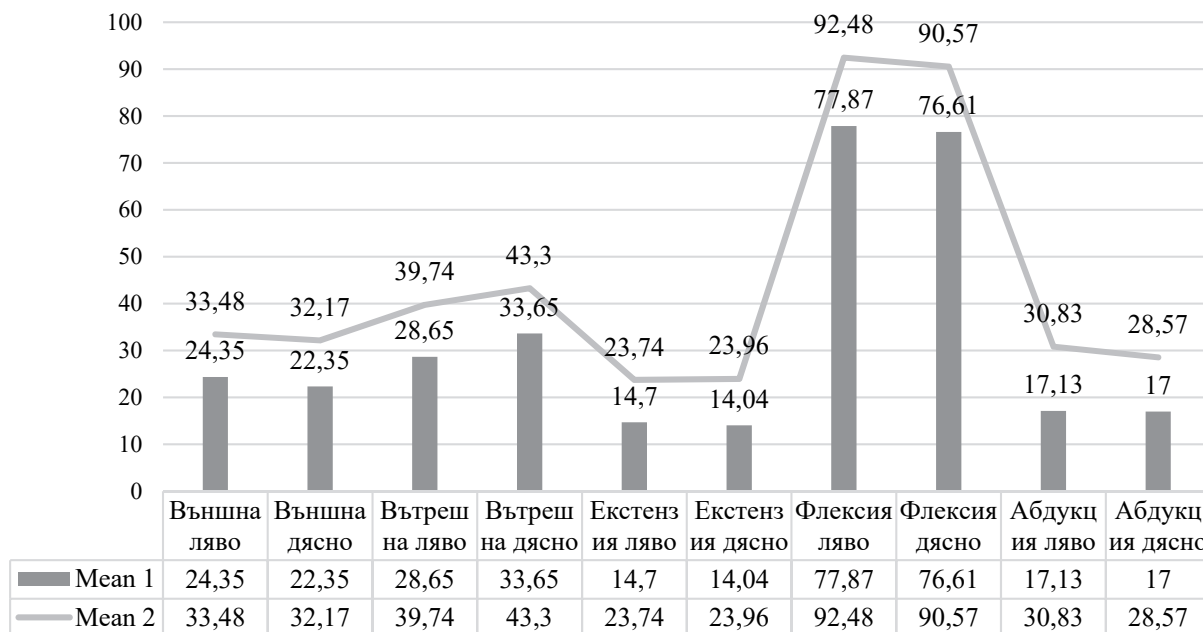
	n	Xmin	Xmax	R	Mean	S	V	As	Ex
Външна ротация ляво	21	16	40	24	26,52	6,55	24,71	0,138	-0,864
Външна ротация дясно	21	5	37	32	25,24	8,05	31,89	-0,637	0,263
Вътрешна ротация ляво	21	15	52	37	31,38	10,81	34,46	0,44	-0,828
Вътрешна ротация дясно	21	17	55	38	34,05	10,67	31,34	0,516	-0,256
Екстензия ляво	21	0	31	31	12,1	6,66	55,08	0,869	2,31
Екстензия дясно	21	5	28	23	13,86	5,69	41,1	0,418	0,657
Флексия ляво	21	60	95	35	76,95	11,59	15,06	0,121	-1,093
Флексия дясно	21	57	100	43	76,76	12,9	16,81	0,235	-1,252
Абдукция ляво	21	15	35	20	22,86	5,77	25,26	0,727	-0,388
Абдукция дясно	21	10	50	40	20,33	9,1	44,76	1,078	1,684

2. Сравнителен анализ

2.1. Резултати от сравнителния анализ при измерванията с гониометър

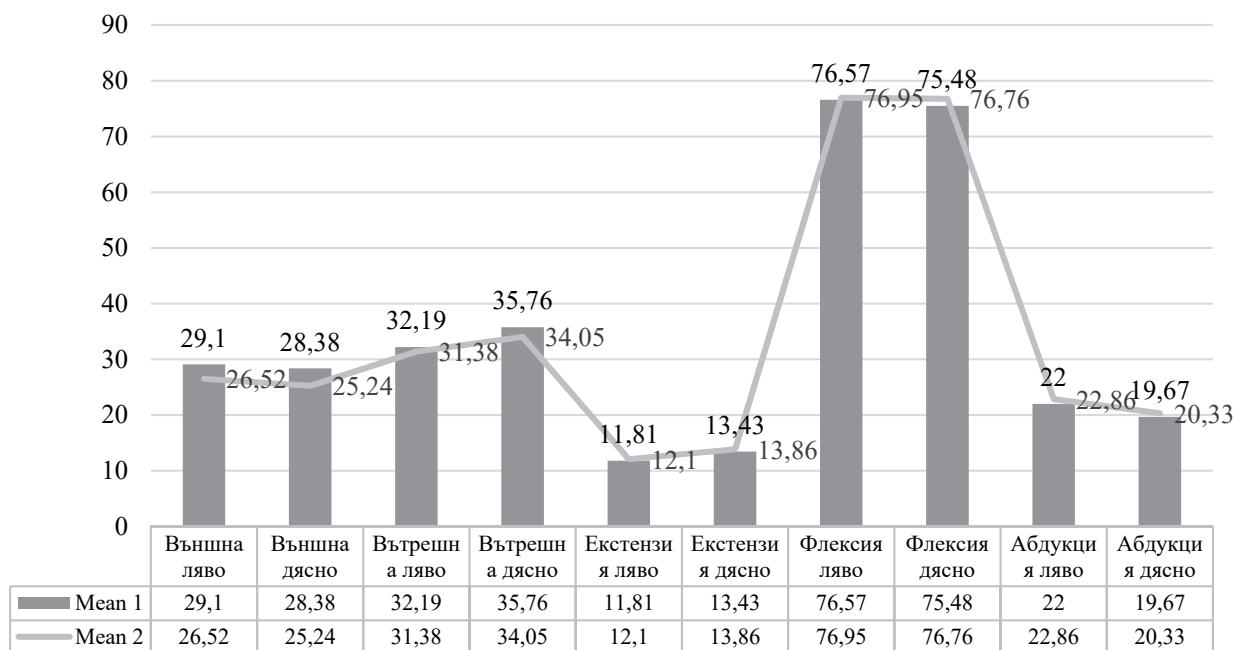
Сравнителният анализ показва, че при експерименталната група има статистически значим напредък при всеки един от изследваните показатели ($t_{\text{емп}} > t_{\text{теор}}$). По-конкретно, наблюдава се увеличение в обема на движение при външната и вътрешната ротация в тазобедрените стави (Фигура 1). Най-голям е прирастът при външната ротация отдясно (43,97%), последван от вътрешната ротация отляво (38,68%). Беше отчетено увеличение в обема на движение и при флексията и екстензията в тазобедрените стави. Най-значим напредък се наблюдава при екстензията в тазобедрените стави (70,59% отдясно и 61,54% отляво). Положителен прираст има и при абдукцията в тазобедрените стави. При първото изследване средните стойности за абдукцията са били $M=17,13^\circ$, $SD=5,91$ за лявата

страна и $M=17^\circ$, $SD=7,47$ за дясната страна. При второто изследване има прираст от $13,7^\circ$ отляво ($M=30,83^\circ$) и $11,57^\circ$ отдясно ($M=28,57^\circ$). Ефективността на експерименталната методика се потвърждава и от големия размер на ефекта (Cohen's $d>0,8$).



Фигура 1. Резултати от сравнителния анализ при измерванията с гониометър – експериментална група

При контролната група се наблюдава статистически значимо понижаване на резултатите при външната ротация в тазобедрените стави, което се потвърждава и от отрицателния прираст (Фигура 2). Най-голямо намаляване в обема на движение се наблюдава при външната ротация отдясно ($-11,07\%$), последвано от външната ротация отляво ($-8,84\%$). При контролната група не се наблюдава статистически значим напредък в обема на движение и при флексията и екстензията в тазобедрените стави ($t_{emp} < t_{теор}$). Стандартизираната разлика на Коен показва, че има малка разлика между резултатите от първото и второто изследване. При абдукцията в тазобедрените стави се наблюдава положителен прираст под 1° .



Фигура 2. Резултати от сравнителния анализ при измерванията с гониометър – контролна група

2.2. Резултати от сравнителния анализ при измерванията с динамометър

Много значимо увеличение на пиковата сила в крайния обем на движение при експерименталната група се наблюдава при външната и вътрешната ротация на тазобедрените стави. Средните стойности на пиковата сила при външната ротация при първото измерване са $3,98 \pm 1,64$ за лявата страна и $4,10 \pm 1,35$ за дясната. При второто изследване се наблюдава 75,44% прираст за лявата страна и по-конкретно $6,99 \pm 2,22$ и 79,53% прираст за дясната страна $7,36 \pm 2,07$. Резултатите показват, че вътрешната ротация има по-голям положителен прираст спрямо външната ротация – 116,71% за лявата страна и 92,83% за дясната страна. Наблюдава се и статистически значимо увеличение на силата в крайния обем при флексията в тазобедрените стави, както и при екстензията. Най-значим е прирастът при екстензията в тазобедрените стави отляво (90,93%). Стойностите на Cohen's d сочат, че има голям размер на ефекта между първото и второто изследване. Най-голям е прирастът при абдукцията в тазобедрените стави (109,73% отляво и 130,89% отдясно). Резултатите за определяне на практическата стойност на разликите сочат, че има голяма разлика в резултатите между първото и второто изследване (Cohen's $d > 0,8$), за всеки един от изследваните показатели, което потвърждава, че експерименталната методика е довела до увеличение на силата в крайния обем на движение в тазобедрените стави. Резултатите при контролната група показват, че има статистически значимо увеличение в силата в крайния обем при вътрешната ротация – отляво и отдясно, и при външната ротация отдясно. При ротациите най-голям е прирастът при вътрешната ротация отляво (25,10%). Това се потвърждава и от

стандартизираната разлика на Коен, където ефектът е значителен, за разлика от другите три показателя, където има умерен ефект. Въпреки положителния прираст във вътрешната и външната ротация на тазобедрените стави, стойностите на Cohen's d са отрицателни, което показва, че експерименталната група има по-голямо увеличение на силата в крайния обем при вътрешната и външната ротация на тазобедрените стави. Наблюдава се отрицателен прираст при екстензията в тазобедрените стави (-2,30% отляво и -4,75% отдясно). Увеличение на силата в крайния обем се наблюдава и при флексията в тазобедрените стави (0,50N отляво и 0,73N отдясно). При контролната група се наблюдава статистически значима разлика само при абдукцията в тазобедрените стави, където прирастът на силата в крайния обем е 1,30N отляво и 1,66N отдясно. Въпреки положителния прираст, който се наблюдава при част от показателите, отрицателните стойности на Cohen's d сочат, че експерименталната група има по-голям прираст.

2.3. Резултати от t-критерий на Стюдънт при измерванията с гониометър

Сравнителният анализ между контролната и експерименталната група за показателите външна и вътрешна ротация в тазобедрените стави показва, че при първото изследване контролната група е имала статистически значима по-добра подвижност в тазобедрените стави. Това се потвърждава от отрицателните стойности на MD, както и от Sig<0,05. При второто изследване е установена статистически значима разлика между двете групи – в полза на експерименталната група. Стойностите на MD са положителни и при външната ротация в тазобедрените стави са се увеличили до MD=6,95о ляво и MD=6,94о дясно, а при вътрешната до MD=8,36о ляво и MD=9,26о дясно.



Фигура 3. Резултати от t-критерий на Стюдънт при екстензия, флексия и абдукция в тазобедрените стави

По показателите флексия в тазобедрените стави и екстензия в тазобедрените стави при първото изследване двете групи са били приблизително на еднакво ниво (Фигура 3). Това се потвърждава и от малката разлика между двете средни. При второто изследване има статистически значим напредък в полза на експерименталната група, което се потвърждава от $Sig=0,00$. Също така, най-голямо увеличение при MD се наблюдава при флексията в тазобедрените стави – $MD=15,53^\circ$ отляво и $MD=13,80^\circ$ отдясно. При първото изследване контролната група е имала по-високи стойности при абдукцията в тазобедрените стави. Въпреки това контролната и експерименталната група са имали статистически значима разлика само при абдукцията в тазобедрените стави ляво ($Sig=0,01$), а при останалите показатели са били на приблизително еднакво ниво, което се потвърждава от малката разлика между двете средни. След прилагането на експерименталната методика са наблюдава статистически значима разлика в полза на експерименталната група при показателя – абдукция в тазобедрените стави ($Sig=0,00$ и $t_{emp}=4,24 > t_{теор}=2,02$). Това показва, че приложеният тренировъчен метод е довел до статистически значимо подобрене в подвижността на тазобедрените стави (при абдукцията).

2.4. Резултати от t-критерий на Стюдънт при измерванията с динамометър

Сравнителният анализ при първото изследване показва, че при показателите външна и вътрешна ротация в тазобедрените стави контролната група е имала по-високи стойности на силата в крайния обем на движение. Но тази разлика не е била статистически значима, което се потвърждава от $Sig > 0,05$ и малката разлика между двете средни. След прилагането на експерименталната методика разликата между двете средни се е увеличила и стойностите са положителни. Тази разлика е статистически значима, което се потвърждава от $Sig=0,01$ при външната ротация и $Sig=0,00$ при вътрешната ротация, както и от $t_{emp}=4,13 > t_{теор}=2,02$. Това показва, че експерименталната методика е довела до значима промяна в пиковата сила в крайния обем на движение при външната и вътрешната ротация в тазобедрените стави. При първото изследване контролната група е имала по-високи стойности на силата в крайния обем на движение за показателите – екстензия в тазобедрените стави (ляво и дясно) и флексия в тазобедрените стави (дясно). Въпреки това тази разлика не е била статистически значима $Sig > 0,05$. При второто изследване се наблюдава статистически значима разлика в полза на експерименталната група при всички показатели – без флексията в тазобедрените стави (дясно). Въпреки това при флексията в тазобедрените стави експерименталната група има прираст на силата от 117,36%, а контролната само 23,04%. Контролната група е имала по-високи стойности на силата в крайния обем на движение и при абдукцията в тазобедрените стави. Въпреки това стойностите на

Sig>0,05 показват, че тази разлика не е била статистически значима и двете групи са били на приблизително едно и също ниво. След прилагането на експерименталната методика се наблюдава статистически значима разлика в силата в полза на експерименталната група за показателя абдукция в тазобедрените стави (Sig<0,05) и $t_{\text{емп}}=2,66 > t_{\text{теор}}=2,02$.

3. *Cohen's d*

Резултатите от определянето на големината на практическата разлика показват, че при второто изследване на показателите с гониометър има голяма разлика между двете групи – в полза на експерименталната (Cohen's $d > 0,8$). При измерванията с динамометър отново се наблюдава голяма разлика между двете групи в полза на експерименталната за всеки един от изследваните показатели освен флексията в тазобедрените стави отдясно (Cohen's $d = 0,57$) и абдукцията отляво (Cohen's $d = 0,73$), където се наблюдава умерена разлика.

ДИСКУСИЯ

Мускулната слабост се свързва с ограничения в обема на движение (Afonso et al., 2021; Saraiva et al., 2014). Това е една от причините увеличаването на силата в крайните обеми на движение да води до подобряване на гъвкавостта. Когато се разработва методика за развиване на гъвкавостта, трябва да се има предвид, че силата на агонистите е от важно значение за увеличаване на обема на движение. Изометричните мускулни усилия в различни ставни ъгли спомагат за увеличаване силата на агонистите и съответно за увеличаване на активния обем на движение. Комбинирането на упражнения за гъвкавост със силови упражнения в пълния обем на движение подобрява трансмисията на силата, която се свързва със специфичната адаптация към тренировки със собствено силови упражнения или такива с външно съпротивление. Вследствие се увеличава капацитетът на мускулите да генерират сила, което намалява ко-активацията на мускулите антагонисти и увеличава активния обем на движение. Неспособността на антагонистите да релаксират (координационна напрегнатост) е още една причина за ограничаване на активния обем на движение. Ако последните не са способни да релаксират достатъчно, тогава агонистът трябва да произведе допълнителна сила не само за да преодолее тежестта на крайника, но също за да се противопостави на противоположната сила, извършвана от антагонистите. Упражнения, които целят увеличаването на силата в крайните обеми на движение, биха подобрили междумускулната координация, биха увеличили силата на агониста в по-голям обем на движение, а същото така биха подобрили и реципрочната ин-

хибиция. Увеличената сила на агониста ще подобри неговата способност да движи ставата в желания обем на движение, а подобряването на междумускулната координация и реципрочната инхибиция ще намали съпротивлението на антагонистите, което ще понижи необходимостта на агониста да произвежда по-голяма сила, за да се съпротивлява. Това ще доведе до намаляване на координационната напрегнатост и до увеличаване на АОД. Увеличаването на силата на агониста в крайните обеми на движение би помогнало на трениращия да се научи да ангажира правилните мускули посредством максимална волева контракция. Това може да се постигне с изометрични мускулни съкращения в крайните обеми на движение.

Изометричните натоварвания увеличават силата приблизително в диапазона от 10 градуса от всяка страна на ставния ъгъл, в който се изпълнява мускулното усилие (Robert et al., 2007; Lanza et al., 2019). Следователно изометричните натоварвания трябва да се изпълняват в различни ставни ъгли, за да се увеличи силата в обема на движение. Разгледаната литература до момента показва, че обемът на движение в голяма степен зависи от силата на агониста. Използвайки изометрични мускулни усилия в крайните обеми на движение, това би позволило да се увеличи силата в диапазона на 10° от всяка страна на тренирания ставен ъгъл (10° по-малък обем и 10° по-голям обем), което ще се отрази и в увеличаване обема на движение. Изометричните натоварвания могат да подобрят силата в други ставни ъгли (освен тренирания), като величината на промяната е в диапазон от 10 до 50%. Установено е, че индивиди, при които има по-голяма гъвкавост, имат различен торг-ъгъл профил, който облагодетелства продукцията на сила при по-голяма дължина на мускула, което води до по-голям функционален обем на движение (Moltubakk et al., 2016). Lieber & Ward (2011) потвърждават в своите изследвания, че мускулите адаптират дължината на влакната или структурата си, за да максимизират продукцията на сила, според функционалните изисквания към тях. Когато мускулите се натоварват концентрично, ексцентрично или изометрично при по-голяма дължина на мускула, се наблюдава изместване в оптималния ъгъл, при който се достига пикова сила – т.е. наблюдава се изместване към по-голяма дължина на мускула (Coratella et al., 2016; Philippou et al., 2004). Изометричните натоварвания при по-голяма дължина на мускула са по-безопасни, отколкото концентричните и ексцентричните мускулни усилия (Wiles et al., 2018). Те позволяват по-голям контрол на движението и минимизират компенсациите, които тялото използва като стратегия, за да заобиколи и да не натоварва по-слабите структури (Koźlenia, Domaradzki, 2021). Изометричните мускулни усилия водят до по-малко умора

и по-значимо увеличаване на силата в натоварваните ставни ъгли в сравнение с динамичните силови тренировки (Lum, Barbosa, 2019). В този смисъл изометричните натоварвания могат да се използват като средство да се предизвика желаната нервнo-мускулна адаптация, без да се стига до прекомерна умора; да се подобри силата в ставни позиции без биомеханично предимство при специфични движения. Изометричните мускулни усилия са средство, чрез което може да се тренира силата в по-големи обеми на движение, което ще увеличи активния обем на движение и ще понижи риска от контузии вследствие повишеният праг на натоварване, което могат да понесат тъканите (Gabbett, 2010).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активният обем на движение зависи не само от еластичността на структурите в движението, но и от силата на агонистите да генерират максимална сила в крайния обем на движение. Затова една ефективна методика за развитие на гъвкавостта трябва да акцентира на изграждането на тази сила както при най-голяма дължина на мускула (LML), така и при най-малка дължина на мускула (SML). Това може да бъде постигнато чрез използването на изометрични мускулни усилия както при LML, така и при SML. В допълнение могат да се използват и ексцентрични мускулни усилия, които да увеличат силата при по-голяма дължина на мускула и да доведат до морфологични промени в мускулите, които се свързват с изместване на торг-ъгъл кривата и достигане на пикова сила при по-голяма дължина на мускула. Всичко това ще подобри активния обем на движение.

ЛИТЕРАТУРА

Бачева, Н. (2013). Изследване зависимостта на качествата сила и гъвкавост при долни крайници за високотласни състезатели по таекуон-до ITF: магистър. София, 58 с. // Bacheva, N. (2013). Izsledvane zavisimostta na kachestvata sila i guvkavost pri dolni kraynici za visokoklasni sustezатели po taekwondo ITF: magistr/ Sofia, 58 s.

Кацикокерис, А. (2001). Експериментална методика за подобряване на гъвкавостта на тазобедрените стави при 16 – 18-годишни таекуондисти в Р. Гърция. НСА, София, 44. // Kacikokeris, A. (2001). Eksperimentalna metodika za podobryavane na guvkavostta na tazobedrenite stavi pri 16-18 godishni takwondisti v R. Gurcia. NSA, Sofia.

Желязков, Ц., Дашева, Д., Нейков, С. (2020). *Основи на спортната тренировка*. БОЛИД ИНС, София, 352 с. // Jelyazkov, Ts., Dasheva, D., Neykov, S. (2020), *Osnovi na sportnata trenirovka*. BOLID INS, Sofia.

Afonso J, Ramirez-Campillo R, Moscão J, Rocha T, Zacca R, Martins A, Milheiro AA, Ferreira J, Sarmento H, Clemente FM, (2021). Strength Training versus Stretching for Improving Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 9(4):427. doi: 10.3390/healthcare9040427.

Coratella, G., Bellini, V. & Schena, F. (2016). Shift of optimum angle after concentric-only exercise performed at long vs. short muscle length. *Sport Sci Health* 12, 85–90. doi: 10.1007/s11332-016-0258-0

Gabbett TJ. (2010) The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. *J Strength Cond Res*. 24(10):2593-603. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181f19da4.

Koźlenia D, Domaradzki J. (2021) Prediction and injury risk based on movement patterns and flexibility in a 6-month prospective study among physically active adults. *Peer J*. 18;9:e11399. doi: 10.7717/peerj.11399.

Lanza MB, Balshaw TG, Folland JP. (2019) Is the joint-angle specificity of isometric resistance training real? And if so, does it have a neural basis? *Eur J Appl Physiol*. 119(11-12):2465-2476. doi: 10.1007/s00421-019-04229-z.

Lieber RL, Ward SR. (2011) Skeletal muscle design to meet functional demands. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 366(1570):1466-76. doi: 10.1098/rstb.2010.0316.

Lum D, Barbosa TM. (2019) Brief Review: Effects of Isometric Strength Training on Strength and Dynamic Performance. *Int J Sports Med*. 40(6):363-375. doi: 10.1055/a-0863-4539.

Moltubakk MM, Eriksrud O, Paulsen G, Seynnes OR, Bojsen-Møller J. (2016) Hamstrings functional properties in athletes with high musculo-skeletal flexibility. *Scand J Med Sci Sports*. 26(6):659-65. doi: 10.1111/sms.12488.

Philippou A, Bogdanis GC, Nevill AM, Maridaki M. (2004) Changes in the angle-force curve of human elbow flexors following eccentric and isometric exercise. *Eur J Appl Physiol*.; 93(1-2):237-44. doi: 10.1007/s00421-004-1209-z.

Robert C. Manske, Michael P. Reiman (2007), *Chapter 5 - Muscle Weakness*, Editor(s): Michelle H. Cameron, Linda G. Monroe, Physical Rehabilitation, W.B. Saunders, Pages 64-86, ISBN 9780721603612, <https://doi.org/10.1016/B978-072160361-2.50008-9>.

Saraiva AR, Reis VM, Costa PB, Bentes CM, Costa E Silva GV, Novaes JS. (2014) Chronic effects of different resistance training exercise orders on flexibility in elite judo athletes. *J Hum Kinet*. 40:129-37. doi: 10.2478/hukin-2014-0015.

Wiles JD, Taylor K, Coleman D, Sharma R, O'Driscoll JM. (2018) The safety of isometric exercise: Rethinking the exercise prescription paradigm for those with stage 1 hypertension. *Medicine (Baltimore)*. 97(10):e0105. doi: 10.1097/MD.00000000000010105.

Wyon, Matthew A.; Smith, Anna; Koutedakis, Yiannis (2013). A Comparison of Strength and Stretch Interventions on Active and Passive Ranges of Movement in Dancers: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(11):p 3053-3059, doi: 10.1519/JSC.0b013e31828a4842.

Автор за кореспонденция:

Инес Субашка

Национална спортна академия „Васил Левски“,

докторант към катедра

„Теория на спорта“

E-mail: ines@inspiredfitstrong.com