



РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
ФАКУЛТЕТ ЗА ФИЗИЧКО ОБРАЗОВАНИЕ, СПОРТ И ЗДРАВЈЕ



ТРЕТ ЦИКЛУС НА СТУДИИ – КИНЕЗИОЛОГИЈА

СТРУКТУРА НА ДИНАМИЧКАТА СПРЕГА ПОМЕЃУ НЕКОИ БРЗИНСКО-СИЛОВИ ВАРИЈАБЛИ КАЈ МОТОРИЧКИ НАТПРОСЕЧНО АНГАЖИРАНИ СУБЈЕКТИ

(ДОКТОРСКИ ТРУД)

АС. М-Р МАРКО ДРАГИ СТЕВАНОВСКИ

Скопје, 2025

Докторанд:

МАРКО ДРАГИ СТЕВАНОВСКИ

Тема:

СТРУКТУРА НА ДИНАМИЧКАТА СПРЕГА ПОМЕЃУ НЕКОИ БРЗИНСКО-СИЛОВИ ВАРИЈАБЛИ КАЈ
МОТОРИЧКИ НАТПРОСЕЧНО АНГАЖИРАНИ СУБЈЕКТИ

Ментор:

проф. д-р РОБЕРТ ХРИСТОВСКИ,

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

Комисија за одбрана:

проф. д-р БОРЧЕ ДАСКАЛОВСКИ (претседател)

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

проф. д-р РОБЕРТ ХРИСТОВСКИ (ментор),

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

проф. д-р ВЛАТКО НЕДЕЛКОВСКИ (член),

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

проф. д-р ЛЕНЧЕ АЛЕКСОВСКА-ВЕЛИЧКОВСКА (член),

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

проф. д-р АЛЕКСАНДАР АЦЕСКИ (член),

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

Научна област:

ПРИМЕНЕТА КИНЕЗИОЛОГИЈА

Датум на одбрана:

СТРУКТУРА НА ДИНАМИЧКАТА СПРЕГА ПОМЕЃУ НЕКОИ БРЗИНСКО-СИЛОВИ ВАРИЈАБЛИ КАЈ МОТОРИЧКИ НАТПРОСЕЧНО АНГАЖИРАНИ СУБЈЕКТИ

– А п с т р а к т –

Докторската дисертација ја истражува хипотезата на (не)ергодичност во човековите биомоторни процеси, укажувајќи дека интериндивидуалните и интраиндивидуалните варијации не се секогаш заменливи. За тестирање на валидноста на оваа хипотеза беа потребни нови методи и техники за анализа на податоците. Ова истражување имаше за цел да развие методолошка постапка за анализа на временската корелациона и каузална структура на коваријабилитетот на моторички мерки (скочност и фреквенција на движење) кај физички активни индивидуи, преку споредба на интериндивидуални и интраиндивидуални податоци, со крајна цел создавање прототип метод за поширока кинезиолошка примена. Во истражувањето учествуваа пет испитаници со различен возрасен, антропометриски и телесен профил и беа применети пет теста за проценка на вертикалната скочност и моторичка фреквенција, вклучувајќи скокови со и без замав со раце од различни почетни ставови.

Резултатите укажуваат дека најверојатно не постои универзална, популациски-хомогена структура на моторичките способности. Наместо тоа, регулаторните системи се длабоко индивидуализирани, односно интраиндивидуалната структура, која произлегува од биолошката варијабилност, не кореспондира секогаш со структурата добиена од интериндивидуални анализи. Иако интериндивидуалните анализи можат да понудат корисни предвидувања за определена популација, тие се недоволни за разбирање на интраиндивидуалните регулаторни механизми. Дополнително, традиционалните пристапи кон индивидуализација – базирани на популациска рамка – не ја земаат предвид внатрешната биолошка структура на поединецот. Заклучно, истражувањето укажува дека потребен е нов теоретски и методолошки пристап во кинезиолошките науки – оној кој ќе ги опфати индивидуалните разлики во регулацијата и ќе овозможи дизајн на посуптилни, персонализирани интервенции.

Клучни зборови: интраиндивидуална варијабилност, интраиндивидуална коваријабилност, ергодичност, неергодичност, вертикална скочност, моторичка фреквенција, моторни способности.

**STRUCTURE OF THE DYNAMIC COUPLING BETWEEN SPEED-STRENGTH VARIABLES IN
MOTORICALLY SIGNIFICANTLY ENGAGED SUBJECTS**

- Abstract -

The doctoral dissertation investigates the hypothesis of (non-)ergodicity in human biomotor processes, emphasizing that inter- and intra-individual variations are not necessarily interchangeable. To test the validity of this hypothesis, novel methods and techniques for data analysis were required. The primary objective of this research was to develop a methodological procedure for analyzing the temporal correlational and causal structure of covariability in motor performance measures (specifically, vertical jump and movement frequency) among physically active individuals. This was achieved through a comparative examination of inter- and intra-individual data, with the ultimate aim of creating a prototype method suitable for broader application in the field of kinesiology.

The study involved five participants exhibiting diverse age, anthropometric, and somatic profiles. Five motor tests were administered to assess vertical jumping ability and motor frequency, including jumps with and without arm swing from various initial positions.

The results suggest that a universal, population-homogeneous structure of motor abilities most likely does not exist. Instead, the findings indicate that regulatory systems are deeply individualized; the intra-individual structure—rooted in each individual's biological variability—does not necessarily correspond with the structure derived from inter-individual analyses. While inter-individual analyses may yield valuable predictive insights at the population level, they fall short in capturing the nuanced regulatory mechanisms operating at the intra-individual level.

Furthermore, conventional approaches to individualization, which rely on population-based frameworks, fail to account for the inherent biological architecture of the individual. In conclusion, the research underscores the necessity for a novel theoretical and methodological paradigm in kinesiology—one that embraces individual differences in regulatory systems and enables the development of more refined, personalized intervention strategies.

Key words: intra-individual variability, intra-individual covariability, ergodicity, non-ergodicity, vertical jump performance, motor frequency, motor abilities

Благодарност до сите што ми беа потпора и морална поддршка во целиот процес. Особено за мојот водич, професор, ментор – проф. д-р Роберт Христовски, кој несебично и во секое време беше и е подготвен со задоволство да го сподели своето огромно знаење и искуство за што сум бескрајно благодарен!

Изјавувам дека докторскиот труд е оригинален труд што го имам изработено самостојно.

Своерачен потпис на докторандот

Изјавувам дека електронската верзија на докторскиот труд е идентична со отпечатениот докторски труд.

Потпис на авторот, с.р.

СОДРЖИНА:

1. ВОВЕД.....	8
2. ДОСЕГАШНИ ИСТРАЖУВАЊА	10
3. ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ, ЦЕЛ И ХИПОТЕЗИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	12
3.1. Предмет, проблем и цели на истражувањето	12
3.2. Хипотези на истражувањето	12
4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО.....	13
4.1. Примерок на испитаници.....	13
4.2. Примерок на варијабли.....	13
4.3. Варијабли за процена на моторичките способности (скочност и фреквенција на движење на долните екстремитети).....	14
4.3.1. Скок во височина од место со потклекнување без замав со раце (CMJ).....	14
4.3.2. Скок во височина од место со потклекнување и со замав со раце (CMJFA).....	18
4.3.3. Скок во височина од полуклекнат став без замав со раце (SJ).....	21
4.3.4. Скок во височина од полуклекнат став со замав со раце (SJFA).....	24
4.3.5. Марширање во место со отворени очи 30 секунди (ММОО30)	27
4.4. Услови и техника на мерење на моторичките способности	27
4.5. Протокол на тестирање.....	28
4.6. Предтест протокол	28
4.7. Метриски карактеристики на мерниот инструмент	29
4.8. Обработка на податоци.....	29
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	31
5.1. Дескриптивни статистички показатели на временските серии на мерките на скочност и фреквенцијата на долните екстремитети на групно ниво.....	31
5.2. Анализа на вкрстените корелации.....	43
5.3. Анализа на автокорелациите.....	46
5.4. Лонгитудинална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети на групно ниво.....	48
5.4.1. Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 1	54
5.4.2. Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 2	60
5.4.3. Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 3	66
5.4.4. Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 4	72

5.4.5. Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети –испитаник 5.....	78
5.5. Анализа со методот групна итеративна естимација со повеќе моделски пристап	82
6. ТЕОРЕТСКО И ПРАКТИЧНО ЗНАЧЕЊЕ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	97
7. ЗАКЛУЧОК.....	100
8. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	101
9. Прилози	103
10. Биографија.....	104

1. ВОВЕД

Биомоторните процеси кај човекот се генерирани од голем број извори на варијабилитет кои заемодејствувајќи го генерираат интраиндивидуалниот биомоторен варијабилитет и коваријабилитет на секоја индивидуа. Меѓутоа, хипотезата дека анализата на интериндивидуалните варијации ги дава квалитативно истите резултати како и анализата на интраиндивидуалните варијации на истите мерки скоро никогаш не е експлицитно тестирана во истражувањата во областа на кинезиологијата. Најчесто, вистинитоста на таа хипотеза е прекутна претпоставка. Оваа хипотеза е позната како хипотеза за ергодичност. Класичните теореми за ергодичноста покажуваат дека таа важи само во случај кога се исполнети два критериуми: 1. процесот е строго стационарен – односно множеството на дистрибуции на веројатностите зависни од времето, кај варијабилите што мултиваријантно го карактеризираат процесот, имаат моменти (на пр., аритметичка средина, варијанса, итн.) кои се константни во времето; и 2. коваријабилитетот на интраиндивидуалните процеси има интериндивидуална хомогена структура, односно структурата е идентична кај сите индивидуи.

Ова значи дека развојните процеси, кои речиси по дефиниција имаат барем некои моменти кои варираат во времето и/или имаат нехомогена структура (односно се различни кај различни индивидуи), се неергодични и дека за овие развојни процеси не постои јасна и директна врска помеѓу анализите на интериндивидуалните и на интраиндивидуалните варијации. На пример, лонгитудиналните истражувања базирани на интериндивидуалните варијабилитет и коваријабилитет не мора да бидат репрезентативни на интраиндивидуалните варијабилитет и коваријабилитет. Поголем број истражувања ја имаат детектирано оваа разлика кај одредени процеси на емпириско и на ниво на симулации. Сепак, во последните десетина години беа развиени одредени математичко-статистички техники кои овозможуваат експлицитно тестирање на хипотезата за ергодичност и прецизирање на можните заклучоци од истражувањето. Овие техники, исто така, овозможуваат и детектирање на можните каузални (насочени) влијанија на претходните состојби врз актуелните интраиндивидуални состојби. Оттука, произлегува и истражувачкиот интерес за примена на овие техники во областа на биомоторните процеси, дотолку повеќе што вакви истражувања, во рамките на нашите сознанија, целосно отсуствуваат во светот.

Интересот во светот за структурата на варијабилитетот и на коваријабилитетот во просторот на човековата моторика датира уште од средината на минатиот век (на пр., McCloy, 1940; Cumbee, 1954; Fleishman, 1964). На овие простори ваквиот интерес доживеа процвет во 70-тите и во 80-тите години од минатиот век (на пр., Курелиќ и сор., 1975). Иако сите овие истражувања користеа различни пристапи во проучувањето на погореспоменатите параметри, заедничка за нив беше прекутната претпоставка за ергодичноста на процесите кај човекот што ги генерираат варијабилитетот и коваријабилитетот во просторот на моториката.

Имено, поголем број истражувања за структурата на просторот на моториката од тоа време, резултатите од мултиваријантните анализи ги интерпретираа, на пример, како „латентни механизми за регулација“ на одредени информациски или енергетски манифестации во движењата на луѓето (на пр., Курелиќ и сор., 1975). Со други зборови, резултатите од анализите на структурата на варијабилитетот и на коваријабилитетот направени на интериндивидуално ниво беа интерпретирани како интраиндивидуални структури кои постојат како генерални скриени механизми за регулација на моториката кај секој човек посебно. Оттука, следи дека всушност кај ваквите истражувања беше и сè уште е прекутно претпоставено постоењето на

ергодичност (стационарност и популациска хомогеност) на процесите коишто ја регулираат човековата моторика.

Поради тоа, се поставува значајното прашање за веродостојноста на ваквата прекутна претпоставка. Започнувањето на еден истражувачки програм со цел детектирање на веродостојноста и генералноста на оваа претпоставка се чини неопходен. Отстапувањата од точноста на оваа претпоставка секако ќе имаат последици и во интерпретацијата, како и во практиката на користење на сознанијата за човековата моторика. Ова истражување е само еден мал почетен чекор во таа насока.

2. ДОСЕГАШНИ ИСТРАЖУВАЊА

Бидејќи авторот не беше во можност да пронајде истражувања на тема: *Структурирања на динамичката среќа помеѓу биомоторните варијабли кај човекој*, во овој докторски труд се наведени некои централни истражувања од оваа тематика кои се применети во некои блиски научни области во последниве 20 години.

Во една симулациска студија во која се користел методот *Моние Карло* за генерирање на случајни варијабли (Molenaar, Huizenga, Nesselrode, 2003), се покажало дека факторска анализа на однесувањето и на генетски детерминирани интериндивидуални варијации може да даде резултати кои се целосно неповрзани со структурата на интраиндивидуалната варијација на секој од субјектите што го сочинуваат примерокот. Понатаму, во таа студија се наведени можните начини на повалидна анализа на неергодичните интраиндивидуални варијации со помош на техники за анализа на временски серии, како што е динамичката факторска анализа. Претставена е индуктивна методологија, нова во бихејвиоралните науки, преку која може да се изведат законски генерализирани односи во вистински хомогена популација субјекти.

Моленаар (Molenaar, 2004), на примерок од 22 испитаници од машки пол, извршил динамичка факторска анализа на психолошки мултиваријантни временски серии земени од секој испитаник одделно во текот на 90 дена. Факторските решенија, добиени преку идентична факторска процедура, биле различни за секој поединечен субјект во примерокот. На овој начин, недвосмислено било покажано дека кога хипотезата на ергодичност не е исполнета, структурата на коваријабилитетот добиена на популационо ниво преку анализа на интериндивидуалниот варијабилитет и коваријабилитет не одговара на структурата на интраиндивидуалниот коваријабилитет.

Во уште една симулациска студија (Molenaar, 2008) преку методот *Моние Карло* на генерирање случајни променливи, било покажано дека стандардните статистички техники, базирани при анализата на интериндивидуалните варијации, се чини дека се нечувствителни на присуството на арбитрарно големи степени на интериндивидуална хетерогеност во популацијата. За да се објасни потеклото на ваквата популациска хетерогеност, опишана е важна класа на нелинеарни епигенетски модели на нервен раст. Како клучни во генерирањето на популациската хетерогеност се предлагаат состојбите на *развојна нестабилност*.

За да се направи баланс помеѓу, од една страна, идеографскиот пристап кон развојните процеси, кој овозможува индивидуален пристап во моделирањето и во интервенциите, но кој не е генерализиран на популациско ниво и, од друга страна, номотетскиот пристап, кој во случаите наведени погоре во текстот, не е генерализиран на индивидуално ниво, одредени истражувачки групи (на пр., Beltz, Wright, Sprague, & Molenaar, 2016) пристапија кон создавање на аналитички методи кои ги инкорпорираат најдобрите карактеристика на двата пристапи.

Користејќи ги овие нови пристапи на анализа на податоци, група истражувачи (Price, Lane, Gates, K., Kraynak, Horner, Thase, & Siegle, 2017) направиле истражување на функционалните врски во мозокот на 68 пациенти со депресија и 24 испитаници кои никогаш не биле дијагностицирани дека имаат депресија. Со помош на методот групна итеративна естимација со повеќемоделски пристап – *Group Iterative Multiple Model Estimation* (GIMME), било покажано дека и пациентите, како и контролната група испитаници, имале хетерогена структура на мозочни врски, но и структура која била заедничка и за двете групи. Поголемата и посериозно погодена подгрупа на пациенти

се карактеризирала со вентрално управувана хиперконективност за време на позитивното расположение. Истражувањето сугерира постоење на хетерогени супстрати на депресија и можна отпорност кај контролните субјекти и покрај постоењето на некои заеднички структури на мозочна поврзаност.

Строхакер и соработниците (Strohacker et al., 2021) спровеле истражување со цел да ги споредат номотетичките и идиографските пристапи за моделирање на психолошкиот концепт на *психолошка непријатност за вежбање*. Спровеле две студии. Првата (номотетска) ги анализираше податоците собрани од 572 учесници кои пополниле еднократна анкета. Резултатите биле обработени со R-техника на факторска анализа. Резултатите откриле постоење на структура која се состоела од четири фактори, која објаснила 60 % од варијансата. Факторите биле именувани „здравје и фитнес“, „замор“, „виталност“ и „физичка непријатност“. Студијата 2 била идиографска и опфатила примерок од 29 учесници кои ја пополнивале скалата повеќекратно (42 и 56 пати), што овозможило да се спроведе интраиндивидуална анализа со користење R-техника на факторска анализа. Резултатите покажале дека само двајца од 29 испитаници имале слична структура како номотетската добиена со R-техника на факторска анализа. Големото мнозинство испитаници имале структури на интраиндивидуалните варијабилитет и коваријабилитет што се состоеле од два или три фактори.

3. ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ, ЦЕЛ И ХИПОТЕЗИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

3.1. Предмет, проблем и цели на истражувањето

Предмет на ова истражување се некои моторички мерки на скочноста и фреквенцијата на движење на долните екстремитети кај натпросечно моторички активните субјекти, студенти на Факултетот за физичко образование, спорт и здравје во Скопје.

Проблем на истражувањето е можноста на постоење на постапка за утврдување на временската структура и степенот на синхронизирана (истовремена) и можна последователна кохерентност на спрегата во динамиката на погоре споменатите мерки. Со овој проблем е поврзан и проблемот на идентичност/неидентичност на временската структура на динамиката на погоре споменатите мерки при применета интериндивидуална (групна) лонгитудинална и интраиндивидуалната лонгитудинална анализа на коваријабилитетот.

Врз основа на предметот и проблемот на истражувањето поставени се следните цели на истражувањето:

- утврдување на постапка на истражување на степенот на интраиндивидуална истовремена и последователна кохерентност помеѓу мерките од ова истражување;
- утврдување на соодносот помеѓу структурата на коваријабилитетот на динамиката на мерките добиена на интериндивидуално и на интраиндивидуално ниво;
- утврдување на можната постапка за генерализација на каузалната (т. е. причинско-последична) структура на коваријабилитетот на динамиката на мерките од индивидуално на групно ниво.

Овие цели на истражувањето се фокусирани кон крајната цел, а тоа е создавање на прототип 1 на истражувачки метод во кинезиологијата, кој во иднина би можел да се применува во истражувања со поголем опфат.

3.2. Хипотези на истражувањето

Земајќи ги предвид досегашните истражувања, предметот, проблемот и целите на истражувањето поставени се следните хипотези:

- Х1 – Интраиндивидуалната истовремена и последователна кохерентност на динамиката на мерките од ова истражување ќе има различна структура на спрега кај различни индивидуи.
- Х2 – Структурата на коваријабилитетот на мерките од ова истражување добиена на интериндивидуално (групно) ниво ќе се разликува од онаа добиена на интраиндивидуално ниво.
- Х3 – Постојат интериндивидуални разлики на каузалната структура на динамичката спрега на мерките од ова истражување.
- Х4 – Постои заедничка структура на каузалната динамичката спрега на мерките од ова истражување присутна кај целиот примерок.

¹ Овој вид истражување е познат и по името „proof of concept“ или „proof of principle“, иако постојат суптилни разлики помеѓу нив. И двата вида истражувачки пристапи често имаат за цел да ја истражат можноста за создавање на прототип на метод или технологија кои во идните истражувања ќе може да се употребат за постигнување на поголема генерализација или поширока употреба, респективно.

4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

4.1. Примерок на испитаници

Типично за истражувањата од овој вид² беше користен мал примерок на испитаници – студенти на Факултетот за физичко образование, спорт и здравје во Скопје од кои четири од машки и една испитаничка од женски пол. Бидејќи ова е истражување во кое хипотезите не содржат конкретни и детални искази за структурата на спрегите, во однос на конкретната структура на динамичките спрега, иницијално, не беше направена разлика помеѓу половите. Имено, нивната структура може да биде иста или различна. Основен критериум за селекцијата на кандидатите беше тие активно да се занимаваат со некаков спорт, односно да немаат седентарен начин на живот, но, исто така, и да не се професионални спортисти, кои се изложени секој ден на голем специфичен напор, кој негативно би се одразил врз резултатите на истражувањето. Првиот испитаник беше на возраст од 21,75 години со висина од 182 см и просечна телесна маса од 82,68 кг со стандардна девијација 0,74. Вториот испитаник беше на возраст од 31,23 години со висина 201 см и просечна телесна маса од 139,53 кг и стандардна девијација од 1,49. Третата испитаничка беше на возраст од 22 години со висина од 171 см и просечна телесна маса од 78,03 кг со стандардна девијација од 1,02. Четвртиот испитаник беше на возраст од 24,54 години со висина од 180 см и просечна телесна маса од 92,32 кг и стандардна девијација од 1,61. Петтиот испитаник беше на возраст од 22,72 години со висина од 174 цм и просечна телесна маса од 74,27 кг и стандардна девијација 0,65.

4.2. Примерок на варијабли

За потребите на ова истражување се користеа вкупно 5 варијабли и сите 5 варијабли беа за проценка на брзинско-силовите моторички способности. Овие варијабли беа избрани со цел да содржат што повеќе заедничка информација од моторичкиот простор за да се максимизира веројатноста структурата на коваријабилитетот кај сите испитаници да конвергира кон што помала димензионалност на просторот (идеално, една димензија), со што, исто така, се максимизира веројатноста испитаниците да имаат иста структура на коваријабилитетот и на динамичката спрега на мерените варијабли. На овој начин се дава можност за лесна детекција на потенцијално постоечката хомогеност на примерокот во однос на структурата на коваријабилитетот на мерените варијабли. Според *Правойсои* на македонскиот јазик, при пишување на децимални броеви (т.н. децимален знак) за да се оддели целиот број од децималниот се пишува правописниот знак запирка. Исклучок во оваа докторска дисертација од ова правило се табелите и сликите, кои беа директно превземени од компјутерските програми за статистичка обработка.

Доколку хомогеноста навистина постои, таа ќе се манифестира како постоење на една или повеќе димензии со идентични интраиндивидуална и интериндивидуална структура.

² Демонстрација на истражувачки прототип (NSF, 2014). Кај овие иницијални истражувања често не е цел да се постигне генерализација на резултатите (најчесто на квантитативните статистички параметри) кај некоја популација, и оттука, не е потребна репрезентативност на примерокот испитаници во однос на таа популација (Reich et al, 2015).

4.3. Варијабли за процена на моторичките способности (скочност и фреквенција на движење на долните екстремитети)

4.3.1. Скок во височина од место со ѝојќлекнување без замав со раце (СМЈ)

Испитаникот стои исправено со двете раце поставени на половината каде остануваат во текот на изведбата на тестот. Стапалата се паралелно поставени во ширина на колковите или на рамената. На даден сигнал, испитаникот потклекнува и отскокнува максимално во височина со двете нозе.

Целта на тестот е процена на експлозивната сила на долните екстремитети на вертикална скочност. Параметри креирани од изведбата на тестот се: времетраење на фаза на лет и максимална достигната висина. Разликите во вредностите добиени од овој тест и тестот „Squat Jump“ (скок во височина од место од полуклекнат став) содржи информација за способноста на испитаникот ефикасно да ја искористи потенцијалната енергија на еластичните елементи од неговиот локомоторен систем и да ја координира со неговите рефлексни механизми, особено со рефлексот на истегнување на долните екстремитети и со нивната брза волева синхронична концентрична контракција.







4.3.2. Скок во височина од место со ѝојќклекнување и со замав со раце (CMJFA)

Испитаникот стои исправено со двете раце поставени покрај телото. Стапалата се паралелно поставени во ширина на колковите или на рамената. На даден сигнал, испитаникот потклекнува и отскокнува во височина со двете нозе, а како синергиски на движењето се дополнува со замавот со рацете кон напред и кон горе.

Целта на тестот е процена на експлозивна сила на долните екстремитети на вертикална скочност. Варијабли креирани од изведбата на тестот се: времетраење на фаза на лет и максимална достигната висина. Вредностите добиени од овој тест и од тестот „Squat Jump“ (скок во височина од место од полуклекнат став) даваат информација за способноста на испитаникот ефикасно да ја координира потенцијалната енергија на еластичните елементи од неговиот локомоторен систем со неговите рефлексни механизми, особено со рефлексот на истегнување на долните екстремитети, со нивната брза волева синхронична концентрична контракција, како и со движењето на горните екстремитети.





4.3.3. Скок во височина од полуклекнај сѐав без замав со раце (SJ)

Колената треба да бидат свиткани под агол од 90^0 , стапалата се паралелно поставени во ширина на колковите или на рамената. Рацете се поставени на половината, каде остануваат во текот на изведбата на тестот. Испитаникот ја задржува позицијата неколку секунди, додека мерачот не му даде знак за изведба на задачата. На даден сигнал, испитаникот отскокнува вертикално во височина. Добиени параметри од овој тест се: времетраење на фазата на лет и максимално достигната висина на скокот. Целта на овој тест е процена на експлозивната сила на долните екстремитети, со изолирање (т. е. без учество) на рефлексниот механизам на истегнување – скратување на долните екстремитети и без координираниот замав со горните екстремитети.

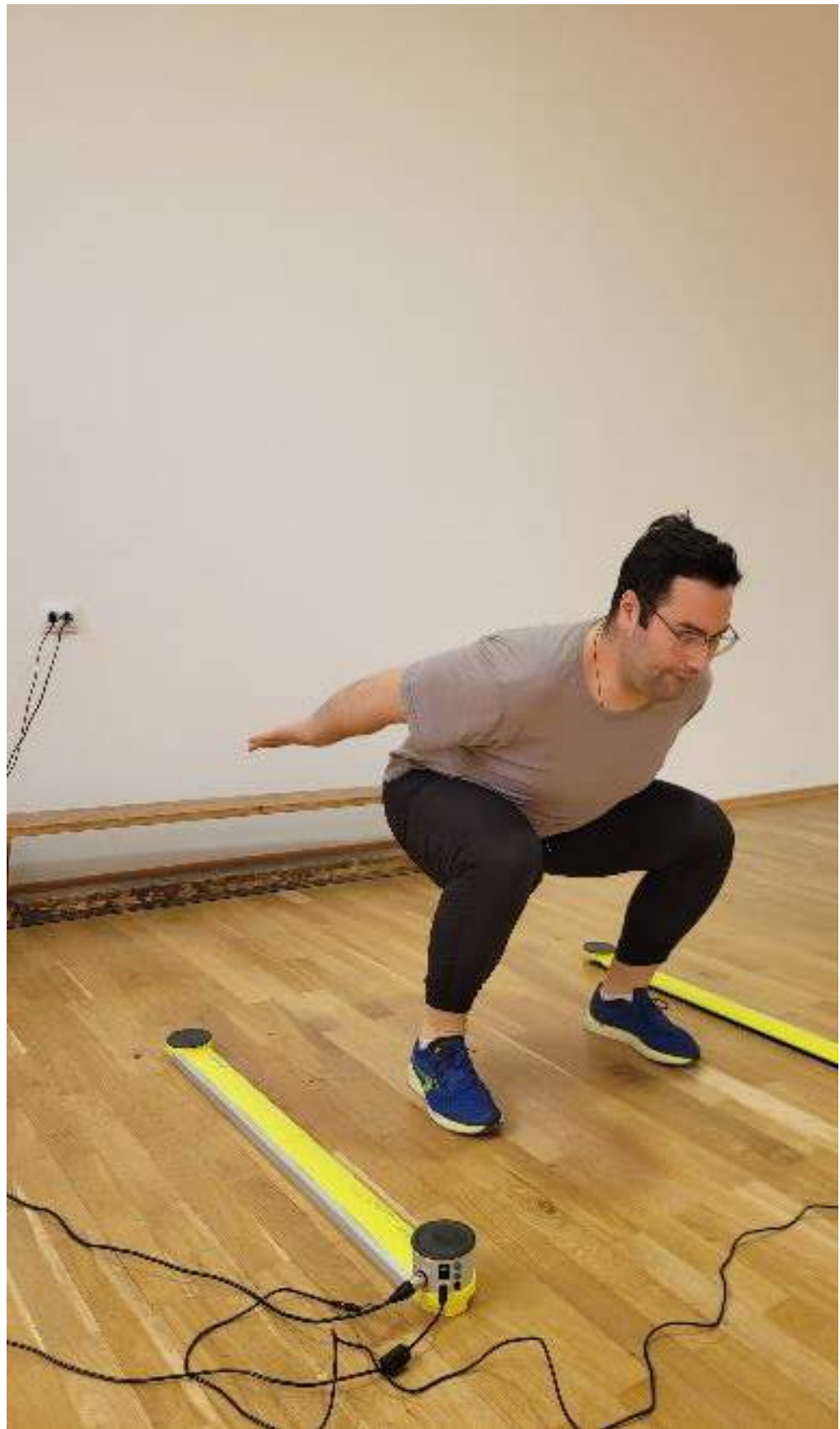






4.3.4. Скок во височина од полуклекнај сѐав со замав со раце (SJFA)

Колената на испитаникот треба да бидат свиткани под агол од 90° , стапалата се паралелно поставени во ширина на колковите или на рамената. Рацете се поставени покрај телото, а на испитаникот му е дозволено да ги користи односно да замавне при изведбата на тестот. Испитаникот ја задржува позицијата неколку секунди, додека мерачот не му даде знак за изведба на задачата. На даден сигнал, испитаникот отскокнува вертикално во височина истовремено замавнувајќи со двете раце кон напред и кон горе. Добиени параметри од овој тест се: времетраење на фазата на лет и максимално достигната висина на скокот. Целта на овој тест е процена на експлозивната сила на долните екстремитети, со изолирање (т. е. без учество) на рефлексниот механизам на истегнување – скратување на долните екстремитети, но при истовремена координација со замавот на горните екстремитети.







4.3.5. Марширање во место со отворени очи 30 секунди (ММОО30)

Испитаникот застанува во позиција со колената и со трупот благо свиткани, а стапалата се поставени паралелно во ширина на колковите или на рамената. На даден знак, испитаникот започнува да маршира колку што може побрзо, наизменично со двете нозе, со мало подигање на стапалата од подлогата во место, со цел да изведе што повеќе наизменични подигнувања на стапалата од подлогата.

Добиени параметри од овој тест се: времетраење на контакт со подлогата на левото и на десното стапало, како и времетраење на фазата на лет на левото и на десното стапало. Исто така, се добиваат и вкупниот број на чекори изведени за време од 30 секунди. Овие податоци содржат информација за ритмот, синхронизацијата, базирани на внатрешномускулната, меѓумускулната, координацијата, како и на интерлимбичката координација на долните и на горните екстремитети на телото на испитаникот.

4.4. Услови и техника на мерење на моторичките способности

Сите тестирања беа реализирани во спортската сала на Институтот за научно-истражувачка работа во спортот при Факултетот за физичко образование, спорт и здравје во Скопје под претходно утврден протокол. Секој тест индивидуално беше снимен со камера и дополнително контролиран од стручни лица.

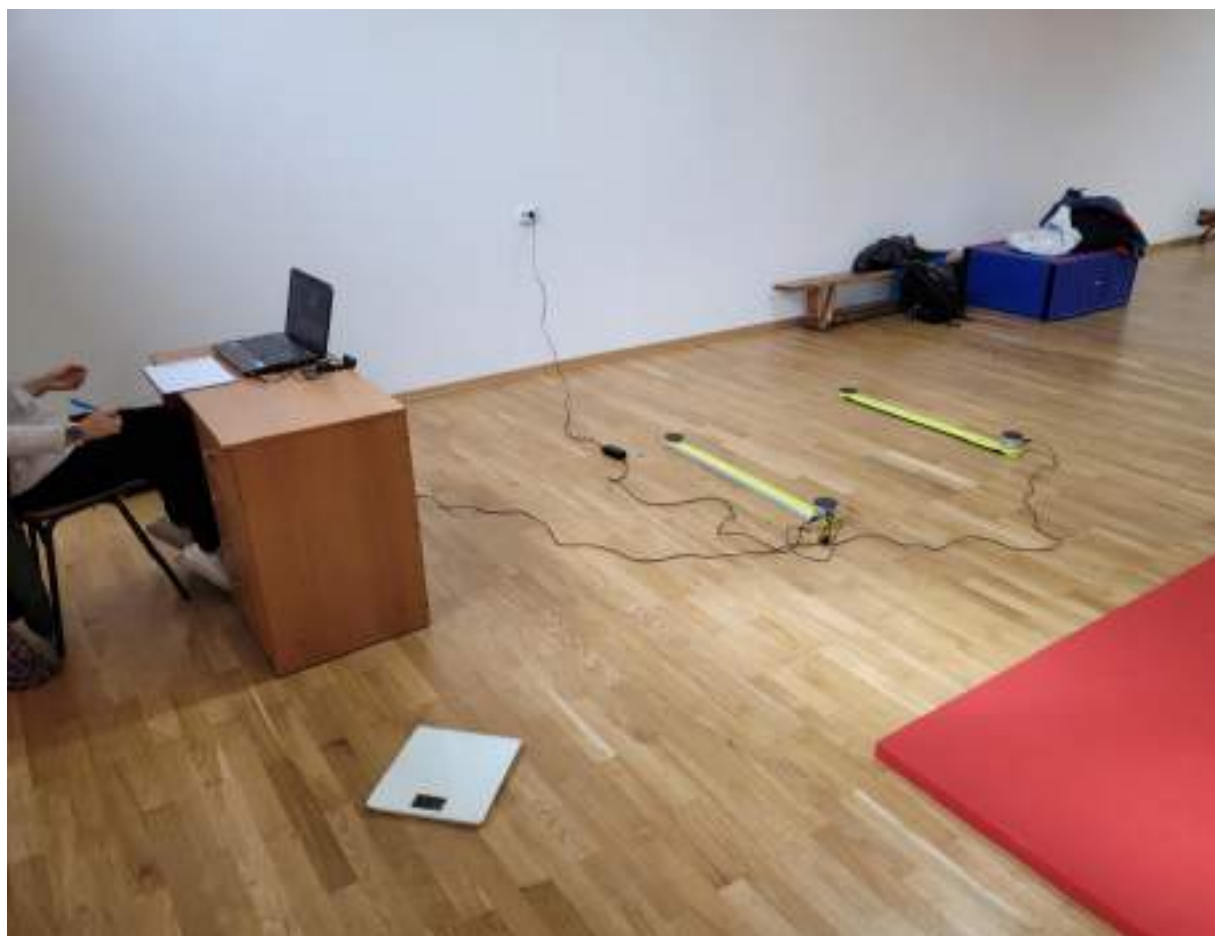
Протоколот на самото тестирање и на тестовите е даден и строго дефиниран во самиот софтвер „OptoJump“ верзија 1.13.24 и е инсталиран на оперативниот систем „Windows 10“.

4.5. Протокол на тестирање

Тестирањето се спроведуваше 2 пати дневно во период од 19 февруари до 10 април 2024 година. Временската разлика помеѓу првото и второто тестирање во истиот ден беше минимум 2 часа, а тестирањата се спроведуваа во временскиот период помеѓу 9 и 14 часот. Секој испитаник во текот на целото истражување реализираше по 61 тест во секој од наведените тестови: скок во височина од место без замав со раце; скок во височина од место со замав со раце; скок во височина од полуклекнат став без замав со раце; скок во височина од полуклекнат став со замав со раце; марширање во место со отворени очи 30 секунди; како и мерење на телесна маса пред секое тестирање и мотивација на изведба на задачата. Телесната висина на испитаниците се мереше само еднаш иницијално на почетокот на истражувањето.

4.6. Предтест протокол

Како предуслов за тестирањата беше испитаниците да се во комотна спортска облека и спортски патики и да се добро загреани и подготвени за максимално да ја изведат дадената задача. На почетокот на тестирањето се креираа профили за секој од испитаниците индивидуално во софтверот на „Optojump“ каде беа внесени: име, презиме, датум на раѓање, пол, телесна висина и телесна тежина, која се тестира и коригира во софтверот пред секое тестирање.



1. Поставување на опремата
2. Мерење на телесната маса на електронска вага „Grundig PS2010“
3. Запишување на резултатите и на листата и во софтверот на „OptoJump“, верзија 1.13.24.
4. Потоа испитаниците се загреваат и подготвуваат за изведбата на моторичките тестови по следниот редослед:
5. Тест број 1 Скок во височина од место со потклекнување без замав со раце (CMJ).
6. Тест број 2 Скок во височина од место со потклекнување и со замав со раце (CMJFA).
7. Тест број 3 Скок во височина од полуклекнат став без замав со раце (SJ).
8. Тест број 4 Скок во височина од полуклекнат став со замав со раце (SJFA).
9. Тест број 5 Марширање во место со отворени очи 30 секунди (MARCH 30s).

4.7. Метриски карактеристики на мерниот инструмент

Оптичката подлога „OptoJump“ е потврдена како прецизен, валиден и веродостоен инструмент за мерење на способностите кои се предмет на ова истражување (Glatthorn JF, 2011) (Condello et al., 2020).

4.8. Обработка на податоци

Собраните мултиваријантни временски серии покажуваа индикации за нестационарност, како што се локални трендови. За постигнување стационарност, кај анализата на вкрстени корелации, беше применета диференцијација од прв ред со задоцнување од една мерна точка (лаг -1). Новодобиените диференцирани временски серии имаа должина од $n - 1$, односно 60 податочни точки (Stevanovski, M., Hristovski, R. (2024).

Диференцираните податоци беа информативни за насоката и за стапката на промена на мерените варијабли. Бидејќи целта беше да се испита постоењето на статистички значајни истовремени и задоцнети биваријантни релации меѓу диференцираните интраиндивидуални временски серии, беше применета анализа на вкрстена корелација. На тој начин, вкрстените корелации обезбедија информации за истовремените и задоцнетите коваријации на стапката и на насоката на промена на мерените варијабли.

За да се постигне стационарност, кај анализата на автокорелациите и на сите понатамошни постапки, применивме полиноминално прилегување од трет ред на временските серии. Добиените стационарни податоци обезбедија увид во насоката и во интензитетот на флуктуации кај мерените варијабли.

За да се истражат можни статистички значајни задоцнети униваријантни релации во рамки на интраиндивидуалните временски серии, спроведовме анализа на автокорелацијата и на парцијалната автокорелација. Автокорелацијата ги мери релациите помеѓу вредности во различни временски точки, додека парцијалната автокорелација го изолира директниот однос меѓу тековната вредност и вредноста кај одреден задоцнет момент, при контролирање на влијанието од интермедијарните задоцнувања.

За утврдување на структурата на интраиндивидуалниот варијабилитет и коваријабилитет кај секој испитаник посебно беа применети линеарни динамички модели на статистичка анализа.

1. Персоналната *P*-факторска анализа на максимум веројатност (Maximum Likelihood), која се аплицираше на мултиваријантните временски серии добиени од мерењата на секој испитаник. За секој испитаник се формираше матрица од 5 колони x 61 ред, каде што колоните одговараа на бројот на варијабли, а редовите на бројот на мерења. Проверката на можноста на корелираност на факторите и постоењето на структури од повисок ред беше спроведена преку користење на методот *облимин*. Бидејќи кај испитаниците со повеќе од еден изолиран примарен фактор не беше откриена значајна корелираност на факторите, тоа значеше дека примарните фактори се навистина независни и сходно на тоа оправдано беше применета ортогоналната *варимакс-ротација*. Оваа анализа се изврши со помош на софтверските алатки *Statistica 20* и *SPSS 25* на оперативниот систем *Windows 10*.

2. За утврдување на можните интраиндивидуални каузални (причинско-последични) спреги и групирањето (формирањето таксони) на индивидуите со заедничка структура на спреги во мултиваријантните временски серии за секој испитаник посебно беше применет методот групна итеративна естимација со повеќе моделски пристап (на пр. , Beltz et al., 2016). За секој испитаник се формираше досие-матрица од 5 колони x 61 ред, каде што бројот на колони одговараа на бројот на варијабли, а редовите на бројот на мерења. Оваа анализа се изврши со софтверскиот пакет *R*.

3. За утврдување на групната структура на интериндивидуалниот лонгитудинален варијабилитет беше употребена *P*-факторска анализа на максимум веројатност (Maximum Likelihood), која се аплицираше на мултиваријантните временски серии добиени од лонгитудиналните мерењата на секој испитаник. За сите испитаници се формираше матрица од (n) колони x (k) редови, каде што бројот на колони (n = 5) одговараа на бројот на варијабли, а бројот на редови (k = 305) одговараа на вкупниот број на мерења. Бројот на мерења е еднаков на производот на бројот на испитаници и бројот на мерења. Оваа анализа се изврши со помош на софтверските алатки *Statistica 20* и *SPSS 25*.

Хомогеноста на каузалните структури и структурите на коваријабилитет во однос на испитаниците, како и помеѓу интериндивидуалните и интраиндивидуалните структури, беа анализирани квалитативно, бидејќи структурите откриени со помош на факторската анализа и *групна итеративна естимација со повеќе моделски пристап* беа квалитативно различни помеѓу себе. Квалитативниот начин на анализа се изврши преку дедуктивниот метод на формалната логика познат како *модус толенс*. Имено, ако нултата хипотеза во однос на хомогеноста на структурите на коваријабилитет тврди дека: интраиндивидуалните структури на сите испитаници се идентични помеѓу себе, како и дека тие се идентични и со структурата на коваријабилитет добиена на интериндивидуално лонгитудинално ниво, тогаш пронаоѓањето на само една структура која не беше идентична со останатите значеше неточност на нултата хипотеза која предвидува хомогеност.

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

5.1. Дескриптивни статистички показатели на временските серии на мерките на скочност и фреквенцијата на долните екстремитети на групно ниво

Дескриптивните статистички показатели на временските серии на мерките на скочност и фреквенција на долните екстремитети кај групниот примерок мерења ($N = 305$) се дадени на табела 1.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 7,113 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,110) и неговата статистичка значајност $p < 0,0001$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 8,934 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,133) и неговата статистичка значајност $p < 0,0001$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 7,329 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,093) и неговата статистичка значајност $p < 0,0001$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 8,106 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,127) и неговата статистичка значајност $p < 0,0001$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата MARCH 30 s изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 21,794 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,57) и неговата статистичка значајност која е пониска од останатите $p < 0,020$.

Табела 1³: Основни статистички параметри и Колмогоров-Смирнов тест на нормалност на дистрибуцијата на временските серии на мерките на скокност и фреквенцијата на долните екстремитети на групно ниво.

Variable		CMJ	CMJFA	SJ	SJFA	MARCH 30 s
N		305	305	305	305	305
Normal Parameters	Mean	.000	.000	.000	.000	.000
	Std. Deviation	7.113	8.934	7.329	8.106	21.794
Test Statistic		.110	.133	.093	.127	.057
Sig. (2-tailed)		.0001	.0001	.0001	.0001	.020

³ Табелите се превземени од статистичка компјутерска програма.

Дескриптивни статистички показатели на временските серии на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети. Испитаник 1.

Дескриптивните статистички показатели на временските серии на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот број 1, примерок мерења ($N = 61$), се дадени во табела 2.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,467 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,063) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,559 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,062) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,703 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,122) и неговата статистичка значајност $p < 0,024$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,563 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,046) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата MARCH 30 s изнесува -0,984 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 11,284 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,073) и неговата статистичка значајност е $p < 0,200$.

Табела 2: Основни статистички параметри и Колмогоров-Смирнов тест на нормалност на дистрибуцијата на временските серии на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот бр.1.

Variable		CMJ	CMJFA	SJ	SJFA	MARCH 30 s
N		61	61	61	61	61
Normal Parameters	Mean	.000	.000	.000	.000	-.984
	Std. Deviation	1.467	1.559	1.703	1.563	11.284
Test Statistic		.063	.062	.122	.046	.073
Sig. (2-tailed)		.200	.200	.024	.200	.200

Дескриптивните статистички показатели на временските серии на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот број 2, примерок мерења ($N = 61$) се дадени во табела 3.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,567 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,095) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,397 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,060) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,228 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,090) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,321 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,092) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата MARCH 30 s изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 16,065 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,073) и неговата статистичка значајност која е $p < 0,2$.

Табела 3: Основни статистички параметри и Колмогоров-Смирнов тест на нормалност на дистрибуцијата на временските серии на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот бр.2.

		CMJ	CMJFA	SJ	SJFA	MARCH 30 s
N		61	61	61	61	61
Normal Parameters	Mean	.000	.000	.000	.000	.000
	Std. Deviation	1.567	1.397	1.228	1.321	16.065
Test Statistic		.095	.060	.090	.092	.073
Sig. (2-tailed)		.200	.200	.200	.200	.200

Дескриптивните статистички показатели на временските серии на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот број 3, примерок мерења ($N = 61$), се дадени во табела 4.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,816 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,073) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,208 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,068) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,322 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,097) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,504 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,086) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата MARCH 30 s изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 9,129 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,079) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Табела 4: Основни статистички параметри и Колмогоров-Смирнов тест на нормалност на дистрибуцијата на временските серии на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот бр.3.

		CMJ	CMJFA	SJ	SQJFA	MARCH 30 s
N		61	61	61	61	61
Normal Parameters	Mean	.000	.000	.000	.000	Normal Parameters
	Std. Deviation	1.816	1.208	1.322	1.504	21.794
Test Statistic		.073	.068	.097	.086	.079
Sig. (2-tailed)		.200	.200	.200	.200	.200

Дескриптивните статистички показатели на временските серии на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот број 4, примерок мерења ($N = 61$), се дадени во табела 5.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,453 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,074) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,492 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,110) и неговата статистичка значајност $p < 0,063$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 2,038 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,076) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,547 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,112) и неговата статистичка значајност $p < 0,054$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата MARCH 30 s изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 13,043 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,111) и неговата статистичка значајност $p < 0,058$.

Табела 5: Основни статистички параметри и Колмогоров-Смирнов тест на нормалност на дистрибуцијата на временските серии на мерките на скокноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот бр.4.

		CMJ	CMJFA	SJ	SJFA	MARCH 30 s
N		61	61	61	61	61
Normal Parameters	Mean	.000	.000	.000	.000	.000
	Std. Deviation	1.453	1.492	2.038	1.547	13.043
Test Statistic		.074	.110	.076	.112	.111
Sig. (2-tailed)		.200	.063	.200	.054	.058

Дескриптивните статистички показатели на временските серии на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот број 5, примерок мерења ($N = 61$), се дадени во табела 6.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 1,481 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,109) и неговата статистичка значајност $p < 0,068$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата CMJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 2,001 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла не отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,087) и неговата статистичка значајност $p < 0,2$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJ изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 3,357 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,221) и неговата статистичка значајност $p < 0$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата SJFA изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 4,193 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната, што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,246) и неговата статистичка значајност $p < 0$.

Просечната вредност кај стационарната временска серија на варијаблата MARCH 30 s изнесува 0 сантиметри, додека стандардната девијација изнесува 15,848 сантиметри. Дистрибуцијата на оваа варијабла отстапува од нормалната што се гледа од вредноста на тестот на Колмогоров-Смирнов (0,135) и неговата статистичка значајност $p < 0,008$.

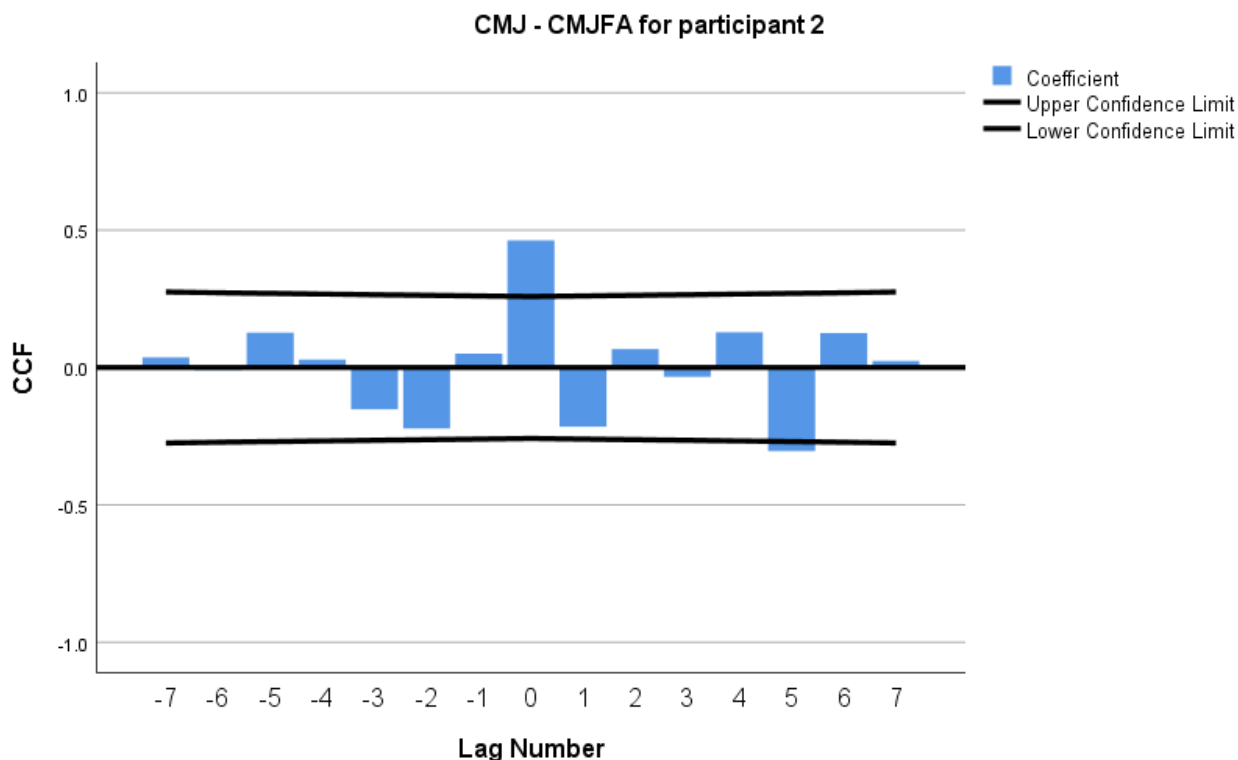
Табела 6: Основни статистички параметри и Колмогоров-Смирнов тест на нормалност на дистрибуцијата на временските серии на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети кај испитаникот бр.5.

		CMJ	CMJFA	SJ	SJFA	MARCH 30 s
N		61	61	61	61	61
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.000	.000	.000	.000	.000
	Std. Deviation	1.481	2.001	3.357	4.193	15.848
Test Statistic		.109	.087	.221	.246	.135
Sig. (2-tailed)		.068	.200	.000	.000	.008

5.2. Анализа на вкрстените корелации⁴

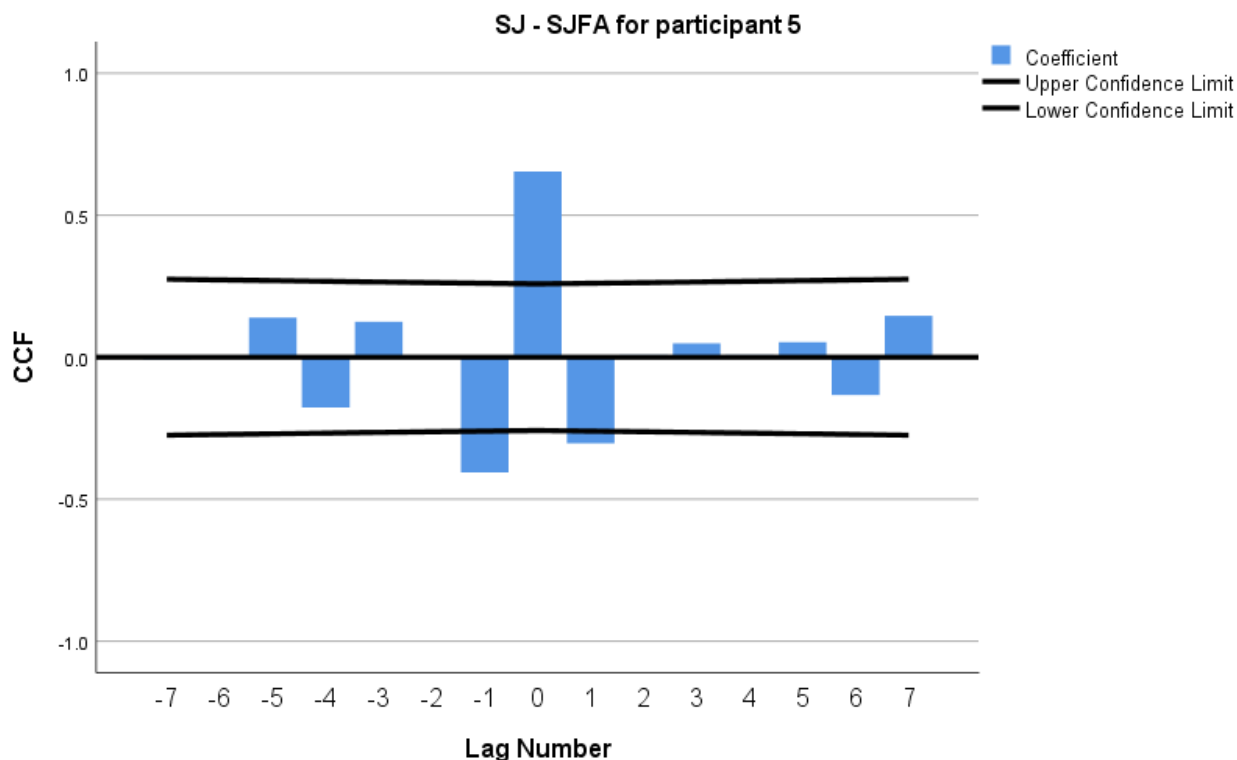
Најконзистентно присутна, статистички значајна, истовремена врска беше вкрстената корелација со заостанување 0 помеѓу променливите CMJ и CMJFA $r = 0,48 \pm 0,02$; $p < 0,001$. Таа беше статистички значајна и со средна висина кај сите учесници. Нешто помалку конзистентно присутни и со помали, иако значајни вредности на корелација, беа истовремените (т. е. заостанување 0) вкрстени корелации помеѓу парот променливи (SJ) и (SJFA); $r = 0,31 \pm 0,08$; $p < 0,02$. Просечната вкрстена корелација со задоцнување 0 помеѓу CMJ и променливите за чучнувачки скок (SJ) и (SJFA) беше статистички значајна, но ниска: $r = 0,26 \pm 0,01$; $p < 0,05$ и $r = 0,27 \pm 0,04$, соодветно. Статистички значајни, но слаби вкрстени корелации со задоцнување 0, т. е. $r = 0,35 \pm 0,01$; $p < 0,04$ и $r = 0,32 \pm 0,1$; $p < 0,01$, беа пронајдени за CMJFA и SJ и CMJFA и за SJFA, соодветно. Просечните вкрстени корелации со задоцнување 0 помеѓу сите променливи на моќност (CMJ, CMJFA, SJ и SJFA) и променливата за фреквенција на чекорење (MARCH 30 s) беа незначајни, меѓутоа кај некои учесници имаше слаби до средни статистички значајни врски за повисоки $\pm$ заостанувања.

⁴ Вкрстените корелации со задоцнување 0 даваат информации за јачината на поврзаноста на променливите во истата сесија на мерење (т. е. истовремени односи) (види сл. 1). Вкрстените корелации со заостанување 0 се идентични со обичниот коефициент на корелација на Пирсон. Задоцнувањата со вредности од ± 1 до 7 информираат за јачината на односите помеѓу две променливи кога едната од нив е задоцнета за одредена количина. На пример, вкрстената корелација со заостанување ± 1 , во ова истражување, информира за соодносот на вредностите на една променлива при претходното или следното мерење со вредноста на втората променлива при тековното мерење. Аналогно, вкрстената корелација со заостанување ± 5 информира колку е силна врската на една променлива мерена пред 2 дена или 2 дена по тековната сесија со вредноста на другата променлива мерена на тековната сесија (види сл. 1). Педесет вкрстени корелации во рамките на едно лице беа проценети. Прагот на статистичка значајност го поставивме на $p = 0,05$, што за 60 податочни точки одговара на вкрстена корелација од $r = 0,25$.



Слика 1: (Stevanovski, M., Hristovski, R., 2024) Пример на функција на вкрстена корелација со статистички значајна позитивна вредност со средна јачина при задоцнување 0, и статистички значајна негативна вредност со слаба јачина при задоцнување +5.

Општо земено, задоцнетите вкрстени корелации, со задоцнувања од ± 1 до 7, исто така, беа присутни со уште помала конзистентност и тие беа исклучително индивидуално специфични. Општа карактеристика беше дека почесто повисоките вредности на задоцнетите вкрстени корелации беа забележани за помали задоцнувања, на пр., 1–4 (види сл. 2), а помали вкрстени корелации беа присутни за повисоки задоцнувања (види сл. 1).



Слика 2: (Stevanovski, M., Hristovski, R., 2024) Пример на функција на вкрстена корелација со статистички значајна позитивна и силна вредност при задоцнување 0, и статистички значајни негативни вредности со средна и слаба јачина при задоцнувања ± 1 .

Меѓутоа, мора да нагласиме дека за многу од овие биваријатни односи, учесниците покажаа висок степен на хетерогеност. Со други зборови, додека еден учесник може да покаже висока вкрстена корелација помеѓу некои променливи, други учесници може да покажат незначајна или блиска до незначајна врска за истиот пар променливи и, во просек, примерокот би покажал незначајна коваријација при одредено задоцнување.

Резултатите сугерираат некои постабилни (веројатно општи) истовремени биваријатни временски односи, а, исто така, и високо хетерогени, а со тоа и индивидуално специфични задоцнети биваријатни временски односи. Високата хетерогеност беше многу забележлива кога вкрстените корелации усреднети на примерок беа споредувани со индивидуалните вкрстени корелации, а, исто така, беше забележлива и во разликата помеѓу стандардните отстапувања на усреднетите вкрстени корелации. Овој резултат, меѓу другото, значи дека статистичките пристапи базирани на групирање на субјектите понекогаш може да дадат погрешни информации за вистинската коваријација на процесите во рамките на субјектот (види, на пр., Molenaar, 2003). Со други зборови, резултатите укажуваат на можноста за постоење на поопшти, како и на индивидуално специфични, временски распределени, односи меѓу специфичните невро-мускуло-тетиво-скелетни механизми, одговорни за генерирање на изведбата на висината на скокот и на фреквенцијата на движење на нозете.

Повисоките и целосно конзистентни, истовремени, усреднети вкрстени корелации на скоковите со противдвижење (без и со движење на рацете), т. е. CMJ и

CMJFA соодветно, во однос на усреднетите вкрстени корелации помеѓу чучнувачките скокови (без и со движење на рацете), веројатно, укажуваат на постабилна врска помеѓу првиот пар. Ова може да биде последица на постабилизираната моторна контрола и биомеханика на скоковите со противдвижење, бидејќи кај сите поединци, за да се максимизира висината на скокот, тие природно изведуваат брзо противдвижење со цел да се вклучи циклусот на истегнување/скратување (Komi, 2003). Во однос на „природноста“ на скокот, чучнувачките скокови, кои не го вклучуваат значително циклусот на истегнување/скратување, се поретко, а со тоа и помалку стабилизирани обрасци. Внимателниот читател ќе забележи во делот за резултати дека променливата скок со потклекнување со замав на раце (CMJFA) има највисоки временски односи усреднети на примерок со другите 3 променливи за висина на скок кога меѓусебно се споредуваат. Ова укажува на можноста дека оваа променлива (т. е. CMJFA) е најкомплексна и, оттука, ги содржи и ги координира сите подпроцеси кои делумно се присутни во другите променливи. Ова не е изненадувачки, бидејќи изведбата на оваа променлива зависи од фината координирана употреба на двете: а. циклусот на истегнување/скратување (Komi, 2003, Taube et al, 2012) и б. брзото и координирано движење на горните екстремитети нагоре. Дополнително, таа ги содржи процесите кои ја произведуваат координираната интрамускулна и интермускулна синхронизација (Taube et al., 2012) во релевантните мускули на нозете, што е заедничко и за останатите 3 променливи. Меѓутоа, на другите 3 променливи за висина на скок им недостасува нагласена употреба на еден од првите два процеси (или а или б).

Непостоечките вкрстени корелации усреднети на примерок на брзината на промена на променливите за изведба на скок со променливата за фреквенција на чекорење покажува специфичност на задачата на оваа променлива во однос на претходните променливи. Меѓутоа, статистички значајната и средна вкрстена корелација пронајдена кај еден од петте учесници покажува дека овој непостоечки однос може да биде само статистички артефакт произведен со усреднување на примерок. Што се однесува до задоцнетите односи меѓу променливите со позитивни и негативни насоки, тие може да ги одразуваат процесите на зајакнување или потиснување кои претходат или следат по тековните мерења. Од друга страна, овие резултати се ветувачки во однос на примената на повеќе информативно богати статистички методи како што е групна итеративна естимација со повеќе моделски пристап (GIMME) (Beltz et al., 2016) кои беа користени во понатамошната анализа.

5.3. Анализа на автокорелациите

Кај 3 од 5 испитаници имаше целосно отсуство на статистички значајни автокорелации и парцијални автокорелации. Меѓутоа, кај двајца испитаници откриено е присуство на статистички значајни автокорелации и парцијални автокорелации во некои временски серии од тестовите. Испитаникот 3 покажа конзистентни статистички значајни автокорелации и парцијална автокорелација само за променливата MARCH 30 s. За заостанувања 1, 2 и 3, автокорелациите беа: $r = 0,35$ и $p < 0,009$; $r = 0,27$ и $p < 0,04$; $r = 0,25$ и $p < 0,04$. За заостанувања 9–14, автокорелациите беа: $r = -0,25$ и $p < 0,04$; $r = -0,32$ и $p < 0,009$; $r = -0,37$ и $p < 0,007$; $r = -0,30$ и $p < 0,01$; $r = -0,34$ и $p < 0,008$; $r = -0,25$ и $p < 0,04$. Сепак, само парцијалната автокорелација на заостанување 1 беше статистички значајна, што е нужно идентично со автокорелацијата на истото заостанување $r = 0,35$ и $p < 0,009$.

Испитаникот 4 покажа статистички значајни автоковаријансни мерки во тестовите CMJ, SJ, SJFA и MARCH 30 s. За CMJ, значајна автокорелација, а следствено и парцијална автокорелација, беше откриена за заостанување 1: $r = 0,51$ и $p < 0,0001$; за SJ за заостанување 1 $r = 0,37$ и $p < 0,002$; заостанување 2 $r = 0,38$ и $p < 0,001$;

заостанување 7, 8, 9, $r = -0,358$ и $p < 0,001$; $r = -0,294$ и $p < 0,002$; и $r = -0,458$ и $p < 0,0001$, соодветно. Парцијални автокорелации со заостанувања >1 беа отсутни. За тестот SJFA, автокорелацијата на заостанување 1, а следствено и парцијалната автокорелација беше $r = 0,34$ и $p < 0,007$. Тестот MARCH 30 s покажа следен модел на зависности: автокорелациите на заостанување 1, 2 и 4 беа: $r = 0,48$; $0,54$; $0,31$, сите значајни на $p < 0,0001$. Автокорелациите на задоцнување 9–15 беа: $r = -0,29$; $-0,26$; $-0,35$; $-0,28$; $-0,31$; $-0,28$, сите значајни на ниво $p < 0,01$. Сепак, само парцијалните корелации на задоцнување < 4 беа статистички значајни: задоцнување 1. $r = 0,48$ и $p < 0,0001$; заостанување 2. $r = 0,40$ и $p < 0,001$ и задоцнување 3. $r = -0,28$ $p < 0,03$. Кај овие учесници, беа забележани автокорелации со заостанувања кои се движат од ± 1 до 15, но тие покажаа помала конзистентност и беа многу индивидуално специфични. Вообичаен образец беше дека повисоките автокорелации и парцијални автокорелации со задоцнување имаа тенденција да се појават на пократки задоцнувања, како што се 1–3 додека пониски вредности на автокорелации и парцијални автокорелации беа забележани на подолги задоцнувања (>10). Генерално, кај двајцата, испитаниците 3 и 4, автокорелациите и парцијалните автокорелации со мало задоцнување (т. е. < 4) имаа тенденција да имаат позитивни вредности, а повисоките задоцнувања > 8 имаа тенденција да имаат негативни автокорелации.

Главниот резултат од анализата е тоа што присуството на нетривијална структура, т. е. меморија, во временските серии е индивидуално специфично. Овој резултат сугерира, меѓу другото, дека статистичките пристапи кои ги спојуваат податоците од повеќе субјекти пред да се направи анализата (т.н. интериндивидуални анализи) понекогаш може да дадат погрешни информации за вистинската коваријација на процесите во рамките на субјектот (види, на пр., Molenaar, 2004). Со други зборови, наодите укажуваат на присуство на индивидуално специфични, временски поврзани односи во рамките на процесите одговорни за изведбата на висината на скокот и фреквенцијата на движење на нозете.

Три од петте учесници покажаа варијабилност од типот *бел шум* без меморија низ сите мерени променливи. Кај овие учесници, минатите состојби немаа никакво влијание врз тековните состојби. Спротивно на тоа, преостанатите двајца учесници покажаа мемориска структура во нивната автоковаријанса, што укажува дека минатите состојби влијаат врз тековните. Попрецизно, претходните невро-мускуло-тетиво-скелетни состојби, кои ги генерираат резултатите од изведбата во мерените променливи, влијаеле на тековните состојби. За овие двајца учесници, неодамнешните минати состојби покажаа позитивна автоковаријанса со сегашните состојби, додека подалечните минати состојби покажаа негативна автоковаријанса. Ова беше особено изразено за променливата MARCH 30 s кај двајцата испитаници (3 и 4). Кај испитаникот 4, истиот овој модел на зависност беше забележан и кај променливата Squat Jump (SJ). Моделот се појави во функциите на автокорелација на двете променливи, што укажува на краткорочна инерција во динамиката. Ова сугерира дека перформансите, без разлика дали се пониски или повисоки, имаат тенденција да опстојуваат во краток период (од 1 до 2 дена), но во подолг период (една недела или повеќе), тие малку се менуваат кон спротивното. Сепак, функциите на парцијална автокорелација покажаа зависност само од неодамнешното минато, што укажува на краткорочен мемориски ефект. Со други зборови, долгорочните влијанија забележани во функциите на автокорелацијата веројатно одразуваат ефект на домино, каде што промените се шират низ временскососедните состојби со текот на времето, наместо директни влијанија помеѓу временски далечни состојби. Овие наоди ја поддржуваат потенцијалната употреба на побогати статистички методи како што е групна итеративна естимација со повеќемоделски пристап (Beltz et al., 2016), која беше користена во анализите што следат.

5.4. Лонгитудинална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети на групно ниво

Во табелата 7 се дадени вредностите на тестот на Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетовиот тест на сферичност. И двата теста се значајни на ниво од $p < 0,0001$ и сугерираат погодност на матрицата на корелации за добивање на смислена факторска структура со понатамошните постапки.

Карактеристичните извори и објаснетата варијанса од страна на значајните главни компоненти се дадени во табела 8. Очигледна е разликата во вредностите на првиот и на останатите карактеристични извори, што навестува постоење на еден фактор кој скоро ја исцрпува заедничката варијанса помеѓу актуелните варијабли. Но, критериумот *погодност на прилагоденоста на факторскиот модел (Goodness of Fit)*, даден во табела 9, потврди дека сепак екстракцијата на два фактора е поадекватна за објаснување на коваријансата помеѓу мерките на скочност и на фреквенција на долните екстремитети. Вредностите на комуналитетите (C), дадени во табела 10, се екстремно високи кај мерките на скочност, што сугерира дека првиот екстрахиран фактор ги детерминира токму варијабилитетот и коваријабилитетот на овие мерки.

Матрицата на проекции на манифестираните варијабли врз двата екстрахирани варимакс-ротирани фактори (види табела 11), јасно ја дефинира сатурираноста на манифестираните варијабли од страна на двата фактора. Првиот фактор поседува висока едноставност и интерпретабилност и е дефиниран од мерките на скочност. Вториот фактор е посложен и покажува својство на биполарност. Варијаблата SJFA покажува умерена позитивна сатурација од вторит фактор, а варијаблата MARCH 30 s мала и негативна сатурација.

Табела 7: Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетиов тест на сферичност.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.826
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2386.789
	df	10
	Sig.	.0001

Табела 8: Карактеристични извори и објаснења варијанса од значајнијих главних компоненти.

Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.859	77.178	77.178
2	.986	19.728	96.906
3	.086	1.730	98.636
4	.042	.831	99.467
5	.027	.533	100.000

Табела 9: Погодност на прилагоденоста на факторскиот модел.

Goodness-of-fit Test		
Chi-Square	df	Sig.
.175	1	.676

Табела 10: Комуналијетети на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети.

	C
CMJ	.999
CMJFA	.948
SJ	.943
SJFA	.997
MARCH	.084

Табела 11: Варимакс-роотирана факторска матрица.

Rotated Factor Matrix ^a		
	Factor	
	1	2
CMJ	.997	.072
CMJFA	.962	.150
SJ	.928	.285
SJFA	.906	.419
MARCH 30 s	-.053	-.285
Extraction Method: Maximum Likelihood. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ^a		
a. Rotation converged in 3 iterations.		

5.4.1. Инитраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – искушаник 1

Во табелата 12 се дадени вредностите на тестот на Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетовиот тест на сферичност. Статистичката значајност на двата теста е на ниво од $p < 0,0001$ што сугерира погодност на матрицата на корелации за добивање на смислена факторска структура со понатамошните постапки.

Карактеристичните корени и објаснетата варијанса од страна на екстрахираните главни компоненти се дадени во табела 13. Критериумот *погодност на прилагоденоста на факторскиот модел* (*Goodness of Fit*), даден во табела 14 потврдува дека екстракцијата на еден фактор е најадекватна за објаснување на коваријансата помеѓу мерките на скочност и на фреквенција на долните екстремитети. Вредностите на комуналитетите (C), дадени во табела 15 се со средна и ниска големина кај мерките на скочност, што сугерира дека екстрахираниот фактор умерено го детерминира варијабилитетот и коваријабилитетот на овие мерки. Со други зборови, варијаблите што го формираат факторот поседуваат релативно висок степен на уникна варијанса, карактеристична за секоја од нив.

Матрицата на проекции на манифестираните варијабли врз екстрахираниот фактор (види табела 16), јасно ја дефинира сатурираноста на манифестираните варијабли од страна на факторот. Факторот поседува висока едноставност и интерпретабилност и е дефиниран од мерките на скочност. Варијаблата MARCH 30 s поседува позитивна, но екстремно ниска сатурација од истиот фактор.

Табела 12: Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлејов тест на сферичност.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.704
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	58.218
	df	10
	Sig.	.0001

Табела 13: Карактеристични извори и објаснења варијанса од значајније главни компоненти.

Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.328	46.556	46.556
2	.994	19.882	66.438
3	.762	15.248	81.686
4	.519	10.372	92.058
5	.397	7.942	100.000

Табела 14: Погодност на прилагоденоста на факторскиот модел.

Goodness-of-fit Test		
Chi-Square	df	Sig.
6.629	5	.250

Табела 15: Комуналијетети на мерките на скопност и на фреквенција на долните екстремитети.

	C
CMJ	.367
CMJFA	.433
SJ	.562
SJFA	.372
MARCH	.025

Табела 16: Варимакс-ројтирана факторска матрица.

Factor Matrix^a	
	Factor
	1
CMJ	.606
CMJFA	.658
SJ	.750
SJFA	.610
MARCH 30 s	.159
Extraction Method: Maximum Likelihood.	
a. 1 factors extracted. 4 iterations required.	

5.4.2. Инираиндивидуална факторска анализа на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 2

Во табелата 17 се дадени вредностите на тестот на Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетовиот тест на сферичност. И двата теста се значајни на ниво од $p < 0,0001$ и сугерираат погодност на матрицата на корелации за добивање на смислена факторска структура со понатамошните постапки.

Карактеристичните извори и објаснетата варијанса од страна на значајните главни компоненти се дадени во табела 18. Разликата во вредностите на првиот и на останатите карактеристични извори не навестува постоење на еден фактор кој скоро ја исцрпува заедничката варијанса помеѓу актуелните варијабли. Критериумот *погодност на прилагоденоста на факторскиот модел* (*Goodness of Fit*), даден во табела 19 потврдува дека екстракцијата на два фактора е поадекватна за објаснување на коваријансата помеѓу мерките на скопност и на фреквенција на долните екстремитети. Вредностите на комуналитетите (C), дадени во табела 20, се средно високи до ниски кај мерките на скопност, што сугерира дека првиот екстрахиран фактор ги детерминира токму варијабилитетот и коваријабилитетот на овие мерки иако варијаблиите имаат релативно висока уникна варијанса. Комуналитетот на мерката на фреквенција на долните екстремитети има екстремно висока вредност и резултира со потполна детерминираност на вториот фактор токму од оваа мерка.

Матрицата на проекции на манифестираните варијабли врз двата екстрахирани варимакс-ротирани фактори (види табела 21), јасно ја дефинира сатурираноста на манифестираните варијабли од страна на двата фактора. Двата фактора поседуваат висока едноставност и интерпретабилност и се дефинирани од мерките на скопност и на фреквенција на движење на долните екстремитети, респективно. Варијаблата MARCH 30 с поседува екстремно висока позитивна сатурација од вториот фактор.

Табела 17: Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлејов тест на сферичност.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.687
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	37.929
	df	10
	Sig.	.0001

Табела 18: Карактеристични извори и објаснења варијанса од значајније главни компоненти.

Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.064	41.278	41.278
2	1.003	20.055	61.333
3	.829	16.590	77.923
4	.611	12.213	90.135
5	.493	9.865	100.000

Табела 19: Погодност и прилагоденост на факторскиот модел.

Goodness-of-fit Test		
Chi-Square	df	Sig.
.881	1	.348

Табела 20: Комуналијетети на мерките на скочнос и на фреквенција на долните екстремитети.

	C
CMJ	.313
CMJFA	.468
SJ	.510
SJFA	.132
MARCH 30 s	.999

Табела 21: Варимакс- роїширана факторска матрица.

Rotated Factor Matrix ^a		
	Factor	
	1	2
CMJ	.540	.145
CMJFA	.683	.029
SJ	.714	.019
SJFA	.326	.161
MARCH 30 s	.116	.993
Extraction Method: Maximum Likelihood. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ^a		
a. Rotation converged in 3 iterations.		

5.4.3. *Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 3*

Табелата 22 ги прикажува вредностите на тестот на Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетовиот тест на сферичност. И двата теста се значајни на ниво од $p < 0,005$ и сугерираат погодност на матрицата на корелации за добивање на смислена факторска структура со понатамошните постапки.

Табелата 23 ги прикажува карактеристичните извори и објаснетата варијанса од страна на значајните главни компоненти. Разликата во вредностите на првиот и на вториот карактеристичен извор, не навестува постоење на еден фактор, туку постоење на најмалку два фактора. Критериумот на *погодносот на прилагоденоста на факторскиот модел* (*Goodness of Fit*), даден во табела 24, потврдува дека екстракцијата на два фактора е поадекватна за објаснување на коваријансата помеѓу мерките на скопност и на фреквенција на долните екстремитети. Вредностите на комуналитетите (C), дадени во табела 25, се умерено високи до ниски кај мерките на скопност што, како и во претходните случаи на интраиндивидуален коваријабилитет, сугерира дека варијаблите на скопност содржат голема пропорција на уникна варијанса.

Матрицата на проекции на манифестираните варијабли врз двата екстрахирани варимакс-ротирани фактори (види табела 26), во споредба со претходните случаи, не толку јасно ја дефинира сатурираноста на манифестните варијабли од страна на двата фактора. Првиот фактор поседува ниска едноставност и интерпретабилност и е дефиниран од мерките на скопност (CJA и CJMFA) и мерката на фреквенција на движење на долните екстремитети. Вториот фактор е исто така сложен и ги вклучува мерките на скопност (CJA, SJ и SJFA). Во случајот на овој испитаник некои од мерките на скопност и фреквенција на нозете е можно да имаат ист извор иако тој извор само делумно ја генерира коваријансата меѓу варијаблите од интерес. Меѓу другото, ова се гледа и од големината на проекциите на овие варијабли врз екстрахирани фактори, кои се со средна големина.

Табела 22: Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлџов тест на сферичност.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.600
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	25.187
	df	10
	Sig.	.005

Табела 23: Карактеристични извори и објаснења варијанса од значајније главни компоненти.

Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1.766	35.325	35.325
2	1.089	21.783	57.108
3	.887	17.740	74.848
4	.760	15.199	90.047
5	.498	9.953	100.000

Табела 24: Погодност на прилагоденоста на факторскиот модел.

Goodness-of-fit Test		
Chi-Square	df	Sig.
.092	1	.762

Табела 25: Комуналијетети на мерките на скопнои и на фреквенција на долните екстремитети.

	C
CMJ	.504
CMJFA	.552
SJ	.178
SJFA	.233
MARCH 30 s	.059

Табела 26: Варимакс-ротирана факторска матрица.

Rotated Factor Matrix^a		
	Factor	
	1	2
CMJ	.560	.436
CMJFA	.720	.183
SJ	-.009	.422
SJFA	.122	.467
MARCH 30 s	.242	-.024
Extraction Method: Maximum Likelihood. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.^a		
a. Rotation converged in 3 iterations.		

5.4.4. *Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скочноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 4*

Табелата 27 ги прикажува вредностите на тестот на Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетовиот тест на сферичност. И двата теста се значајни на ниво од $p < 0,001$ и сугерираат погодност на матрицата на корелации за добивање на смислена факторска структура со понатамошните постапки.

Табелата 28 ги прикажува карактеристичните извори и објаснетата варијанса од страна на значајните главни компоненти. Критериумот на *погодносќа на прилагоденосќа на факторскиот модел* (*Goodness of Fit*), даден во табела 29, покажува дека екстракцијата на два фактора е адекватна за објаснување на коваријансата помеѓу мерките на скочност и на фреквенција на долните екстремитети. Вредностите на комуналитетите (C), дадени во табела 30, се умерено високи до ниски кај мерките на скочност. Како и во претходните случаи на интраиндивидуален коваријабилитет, ова сугерира дека варијаблите на скочност содржат голема пропорција на *уникна* варијанса.

Матрицата на проекции на манифестните варијабли врз двата екстрахирани варимакс-ротирани фактори (види табела 31), исто како во претходниот случај, не толку јасно ја дефинира сатурираноста на манифестираните варијабли од страна на двата фактора. Првиот фактор поседува висока едноставност и интерпретабилност и е дефиниран од сите четири мерки на скочност. Вториот фактор е сложен и биполарен и ги вклучува мерките на скочност (SJ и SJFA) и мерката на фреквенција на движењата на нозете со негативен предзнак. Како и во претходниот случај, и кај овој испитаник некои од мерките на скочност и на фреквенција на нозете е можно да имаат ист извор, иако тој извор само делумно ја генерира коваријансата меѓу варијаблите од интерес. Ова се гледа од големината на проекциите на овие варијабли врз екстрахираните фактори, кои се со средна апсолутна големина.

Табела 27: Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлејов тест на сферичносћ.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.731
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	56.208
	df	10
	Sig.	.0001

Табела 28: Карактеристични извори и објаснења варијанса од значајних главних компоненти.

Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.296	45.914	45.914
2	1.090	21.801	67.715
3	.645	12.899	80.614
4	.527	10.534	91.148
5	.443	8.852	100.000

Табела 29: Погодност на прилагоденоста на факторскиот модел.

Goodness-of-fit Test		
Chi-Square	df	Sig.
.000	1	.983

Табела 30: Комуналијетети на мерките на скопност и на фреквенција на долните екстремитети.

	C
CMJ	.534
CMJFA	.503
SJ	.584
SJFA	.392
MARCH	.223

Табела 31: Варимакс-ротирана факторска матрица.

Rotated Factor Matrix ^a		
	Factor	
	1	2
CMJ	.681	.267
CMJFA	.675	-.218
SJ	.658	.389
SJFA	.482	.399
MARCH 30 s	-.029	-.471
Extraction Method: Maximum Likelihood. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ^a		
a. Rotation converged in 3 iterations.		

5.4.5. Интраиндивидуална факторска анализа на мерките на скопноста и на фреквенцијата на долните екстремитети – испитаник 5

Табелата 32 ги прикажува вредностите на тестот на Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлетовиот тест на сферичност. И двата теста се значајни на ниво од $p < 0,001$ и сугерираат погодност на матрицата на корелации за добивање на смислена факторска структура со понатамошните постапки.

Табелата 33 ги прикажува карактеристичните извори и објаснетата варијанса од страна на значајните главни компоненти. Критериумот на *доброноста на прилагоденоста на факторскиот модел (Goodness of Fit)*, даден во табела 34, покажува дека екстракцијата на два фактора е адекватна за објаснување на коваријансата помеѓу мерките на скопност и на фреквенција на долните екстремитети. Вредностите на комуналитетите (C), дадени во табела 35, се екстремно високи до ниски кај една од мерките на скопност. За разлика од претходните случаи на интраиндивидуален коваријабилитет, ова сугерира дека варијаблите на скопност содржат ниска пропорција на уникна варијанса и екстрахираните факторите добро ја детерминираат варијансата на поединечните манифестирани варијабли.

Матрицата на проекции на манифестираните варијабли врз двата екстрахирани варимакс-ротирани фактори (види табела 36), јасно ја дефинира сатурираноста на манифестираните варијабли од страна на двата фактора. Двата фактори поседуваат висока едноставност и интерпретабилност. Првиот фактор е дефиниран од мерките на скопност CJA и CJMFA. Вториот фактор ги сатурира мерките на скопност (SJ и SJFA). Мерката на фреквенција на движењата на нозете има, статистички гледано, нулта сатурација од кој било од екстрахираните фактори. За разлика од претходните случаи, кај овој испитаник поголемиот дел од мерките на скопност имаат ист извор, кој значајно ја генерира коваријансата меѓу варијаблите од интерес. Ова се гледа од големината на проекциите на овие варијабли врз екстрахираните фактори, кои се со средна и висока големина.

Табела 32: Кајзер-Мејер-Олкин и Бартлејов тест на сферичност.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.504
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	84.641
	df	10
	Sig.	.0001

Табела 33: Карактеристични извори и објаснења варијанса од значајније главни компоненти.

Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1.888	37.760	37.760
2	1.497	29.935	67.695
3	.996	19.927	87.622
4	.429	8.577	96.199
5	.190	3.801	100.000

Табела 34: Погодност на прилагоденоста на факторскиот модел.

Goodness-of-fit Test		
Chi-Square	df	Sig.
.487	1	.485

Табела 35: Комуналијетети на мерките на скопно и фреквенција на долните екстремитети.

	C
CMJ	.999
CMJFA	.302
SJ	.787
SJFA	.833
MARCH 30 s	.013

Табела 36: Варимакс-ротирана факторска матрица.

Rotated Factor Matrix^a		
	Factor	
	1	2
CMJ	.142	.989
CMJFA	-.076	.544
SJ	.883	.084
SJFA	.913	-.005
MARCH 30 s	-.090	.072
Extraction Method: Maximum Likelihood. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ^a		
a. Rotation converged in 3 iterations.		

Од досега презентирани резултати, можеме да констатираме дека хипотезите X_1 и X_2 се целосно потврдени. Имено, хипотезата X_1 тврдеше дека: интраиндивидуалната истовремена и последователна кохерентност на динамиката на мерките од ова истражување ќе има различна структура на спрега кај различни индивидуи. Резултатите од кроскорелациската, автокорелациската, корелациската и од факторската анализа покажуваат дека навистина истовремената и последователната (задоцнета) кохерентност на динамиката на мерките на скочноста и на фреквенцијата на движење на долните екстремитети е различна кај различните испитаници. Ова сугерира различност на структурираноста на системите на регулација на различните манифестации на скочност и на фреквенција на движење на долните екстремитети кај различни индивидуи. Исто така, значајно е да се напомене дека кај повеќето од испитаниците ($N = 4$) постоењето на висок процент на *уникна* варијанса покажува дека разните манифестации на скочноста, како и фреквенцијата на движења, имаат посебни и специфични извори на варијација и на коваријација. Со други зборови, кај овие испитаници тие не се доминантно регулирани од еден сеопфатен регулаторен систем. Јасната диференцираност на регулациските системи на скочност кои го користат рефлексот на истегнање/скратување и оние кои не го користат е детектирана и кај испитаникот 5, иако *уникна* варијанса кај овој испитаник е прилично ниска, што значи дека изолираните фактори диференцирано, но доминантно ги сатуираат овие два вида скочност.

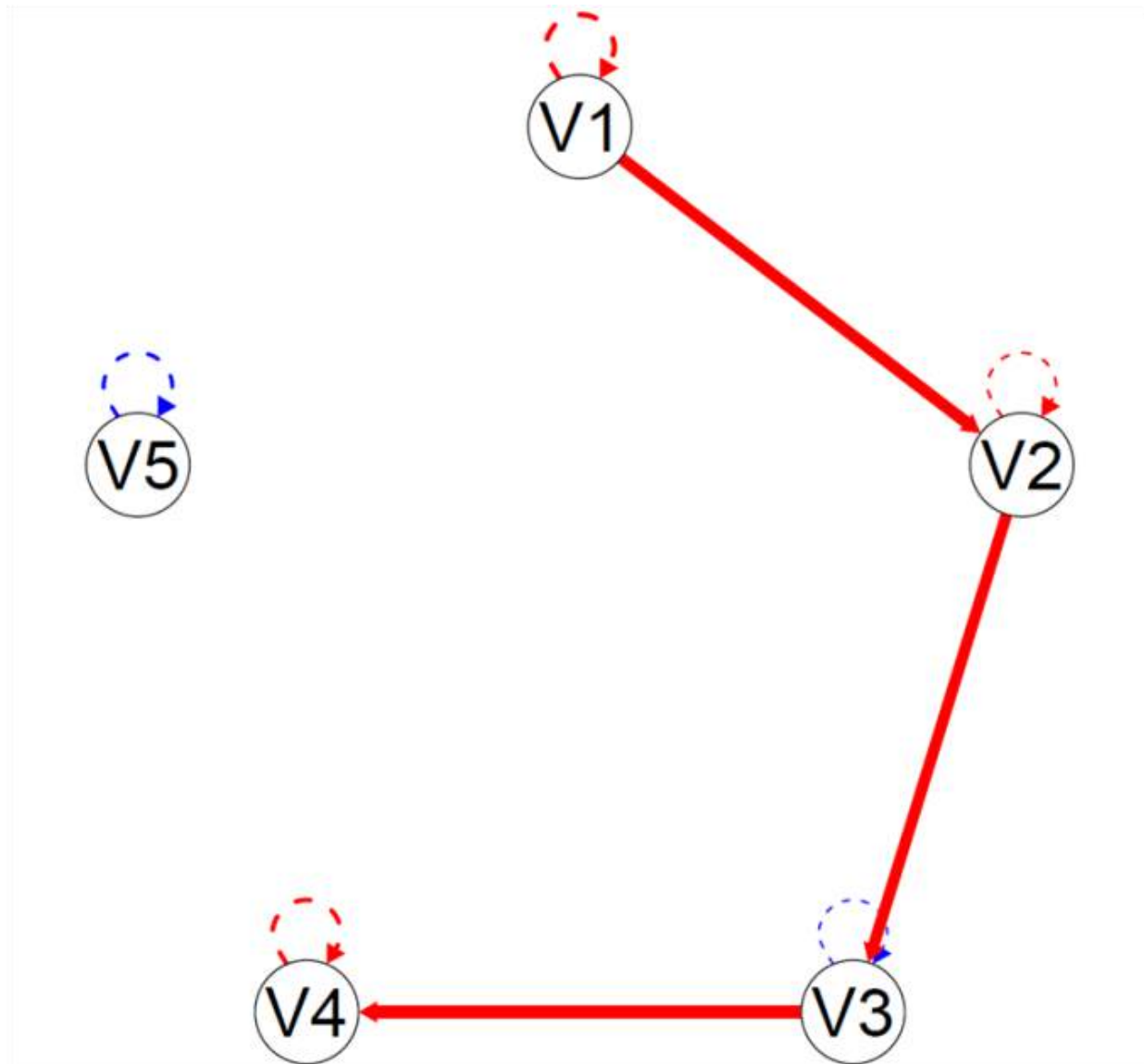
Втората хипотеза, која тврдеше дека структурата на коваријабилитетот на мерките од ова истражување добиена на интериндивидуално (групно) ниво ќе се разликува од онаа добиена на интраиндивидуално ниво, исто така, е целосно потврдена. Овој резултат јасно покажува на различната природа на интериндивидуалниот и на интраиндивидуалниот варијабилитет и коваријабилитет. На интериндивидуално ниво, сите мерки на скочност беа екстремно високо сатуирани од еден единствен фактор, што е во спротивност со резултатите добиени од анализата на интраиндивидуалната варијабилност и коваријабилност. Ова значи дека коваријабилитетот на мерките од ова истражување има различен извор кога се користат интериндивидуалниот и интраиндивидуалниот пристап во анализата. Со други зборови, ваквиот резултат, во комбинација со погоре дискутираните резултати, покажува дека претпоставката за ергоидичност на динамиката на мерките на скочност и на фреквенција на движењата на долните екстремитети е најверојатно неточна. Временските флукуации и структура на овие мерки се во голема мерка идиосинкратични за секоја индивидуа, но, сепак, можно е и постоењето на одредена структурираност на регулацијата која би била заедничка за сите испитаници. Од посебен интерес е постоењето на причинско-последични врски помеѓу мерките на ова истражување и можните генерални структури на ваква регулација.

5.5. **Анализа со методот групна итеративна естимација со повеќемоделски пристап**

Анализа на испитаникот бр. 1

Табелата 37 ги прикажува z -вредностите на заемодејствата на варијаблите од ова истражување и нивото на нивната статистичка значајност кај испитаникот бр. 1. Сликата 3, графички ги прикажува заемодејствата помеѓу актуелните варијабли. Кај овој испитаник постои еднонасочна причинско-последична верига на моментално (истовремено) заемодејство. Еднонасочноста на заемодејството значи дека едната варијабла е најверојатна причина за промените во другата варијабла, кон која е

насочена стрелката. Варијаблите **V2** – CMJFA и **V3** – SJ се јавуваат како медијатори на заемодејството на **V1** – CMJ и **V4** – SJFA. Задоцнетите заемодејства кај овој испитаник се незначајни. Структурата на заемодејствата одговара на резултатите од факторскиот модел кај овој испитаник со тоа што веригата на зависности помеѓу варијаблите одговара на факторот кој го дефинираат проекциите на овие варијабли, а варијаблата **V5** – MARCH 30 s е изолирана со статистички нулта проекција врз овој фактор.



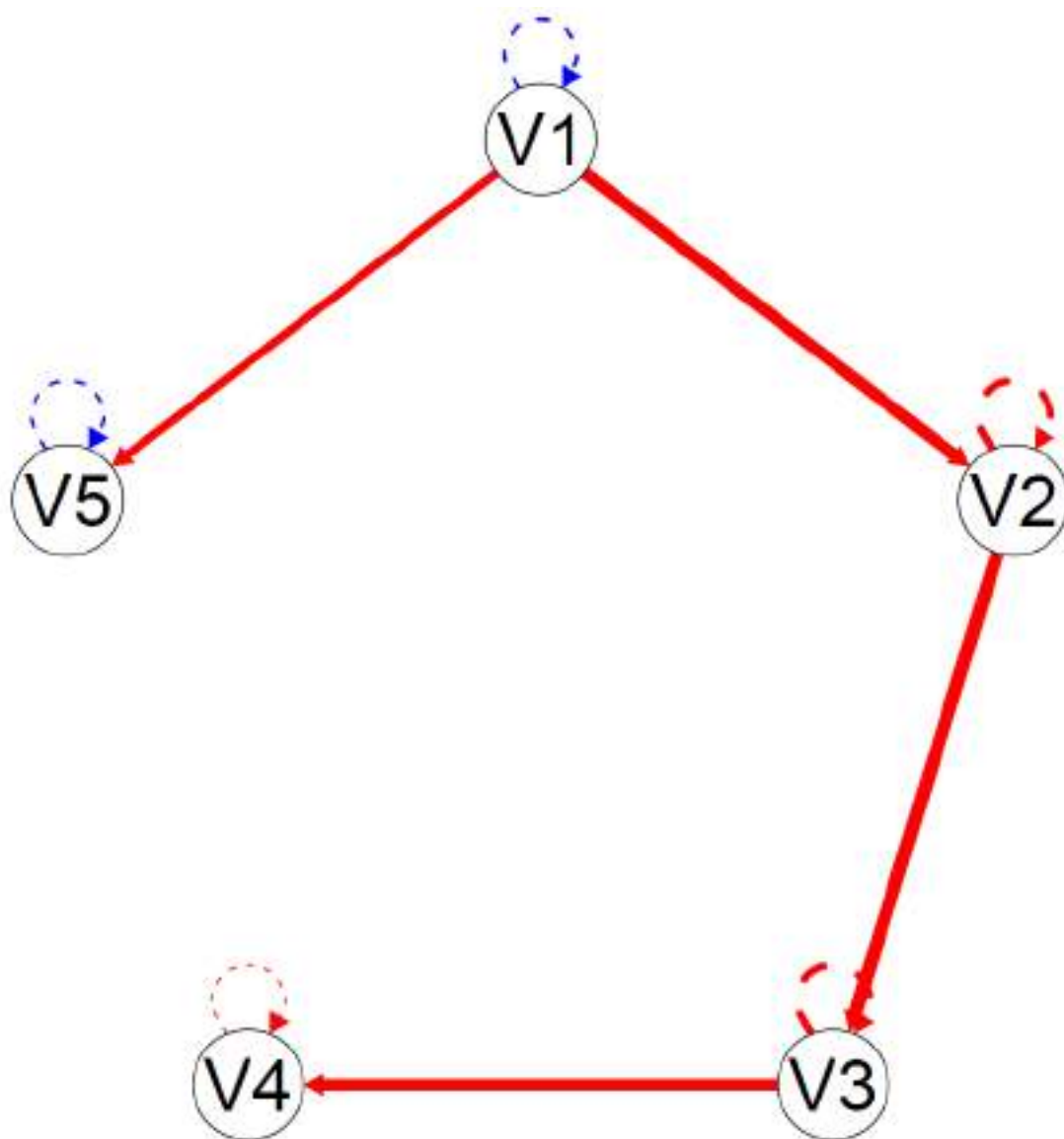
Слика 3: Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.

Табела 37: Прикажани се заемодејствата на варијаблите, нивната јакост и нивната статистичка значајност.

lhs	op	rhs	z	P <
V2	~	V1	5.565	0.001
V3	~	V2	4.876	0.001
V4	~	V3	6.346	0.001

Анализа на испитаникот бр. 2

Табелата 38 ги прикажува z -вредностите на заемодејствата на варијаблите и нивото на нивната статистичка значајност кај испитаникот бр. 2. Графичкиот приказ на заемодејствата помеѓу актуелните варијабли е даден на слика 4. Кај овој испитаник, исто така, постои еднонасочна причинско-последична верига на моментално (истовремено) заемодејство. Но, интересно е што варијаблата **V1** – CMJ, покрај статистички значајното заемодејство со, блиската по регулација, варијабла **V2** – CMJFA има, исто така, релативно јако и статистички значајно заемодејство со варијаблата **V5** – MARCH 30 s, која припаѓа на варијабли со друга феноменологија и регулација (циклично движење без значајна компонента на експлозивна сила). Ваквиот резултат, сепак, е во согласност и со факторскиот модел на овој испитаник, кај кого беа утврдени два фактори на регулација, од кои едниот го формираа токму мерките на скокност, а другиот мерката на фреквенција на движење **V5** – MARCH 30 s. Варијаблите **V2** – CMJFA и **V3** – SJ се јавуваат како медијатори на заемодејството на **V1** – CMJ и на **V4** – SJFA. Задоцнетите заемодејства и кај овој испитаник се незначајни.



Слика 4: Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.

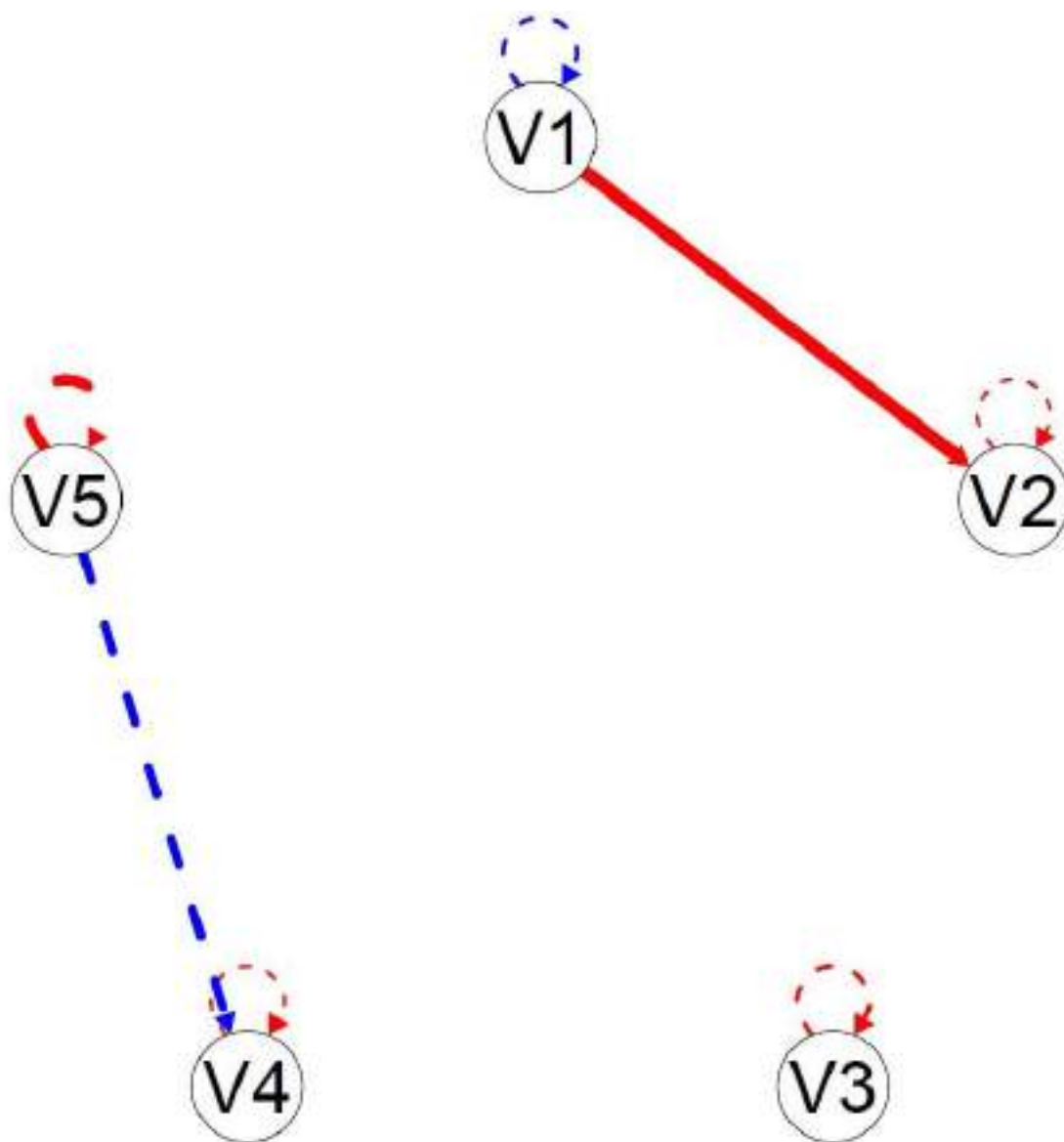
Испитаник број 2

Табела 38: Прикажани се заемодејствата на варијаблите, нивната јакост и нивната статистичка значајност кај испитаникот бр. 2.

lhs	op	rhs	z	P <
V2	~	V1	3.525	0.001
V3	~	V2	3.888	0.001
V4	~	V3	2.737	0.006
V5	~	V1	2.030	0.042

Анализа на испитаникот бр.3.

Z-вредностите на заемодејствата на варијаблите и нивото на нивната статистичка значајност, кај испитаникот бр. 3, се дадени во табелата 39. Графичкиот приказ на заемодејствата помеѓу актуелните варијабли е даден на слика 5. Кај овој испитаник, исто така, постои еднонасочна причинско-последична верига на моментално (истовремено) заемодејство, но само помеѓу блиските по регулација варијабли **V1** – CMJ и **V2** – CMJFA. Кај овој испитаник, исто така, постои релативно јако и статистички значајно задоцнето заемодејство на варијаблата **V5** – MARCH 30 s со самата себе, како и задоцнето заемодејство блиско до статистичка значајност од $p < 0,05$ со варијаблата **V4** – SJFA, која припаѓа на моторни манифестации со друга феноменологија и регулација (експлозивно ациклично движење). Ваквата структура на причинско-последичните спреги помеѓу варијаблите, само делумно одговара на факторскиот модел кај овој испитаник, најверојатно поради ниските корелации на варијаблите и, следствено, ниските проекции на варијаблите врз екстрахираните фактори. Од друга страна, тоа е во потполна согласност со резултатите од анализата на автокорелациите и парцијалните авторкорелации.



Слика 5: Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.

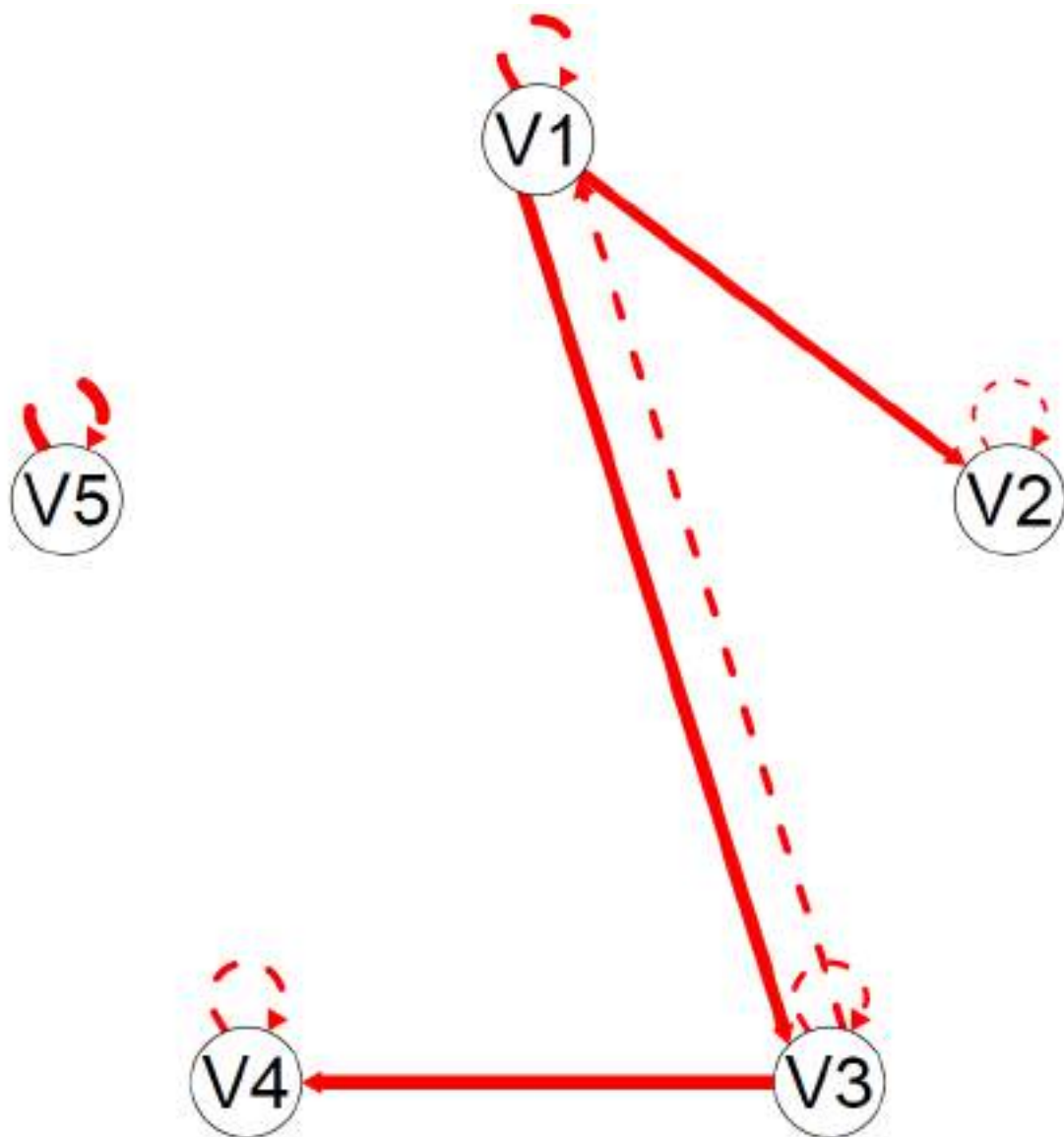
Испитаник број 3

Табела 39: Прикажани се заемодејствата на варијаблите, нивната статистичка значајност кај испитаникот бр. 3.

lhs	op	rhs	z	P <
V5	~	V5lag	3.159	0.002
V2	~	V1	5.024	0.001

Анализа на испитаникот бр.4.

Табелата 40 ги прикажува z -вредностите на заемодејствата на варијаблите и нивото на нивната статистичка значајност кај испитаникот бр. 4. Графичкиот приказ на заемодејствата помеѓу актуелните варијабли е даден на слика 6. Кај овој испитаник постои еднонасочна причинско-последична верига на моментално (истовремено) заемодејство, но со поинаква структура во споредба со испитаниците 1 и 2. Интересно е што варијаблата **V1** – CMJ поседува статистички значајно двосмерно заемодејство со варијаблата **V3** – SJ. Идиосинкратична карактеристика на оваа структура на регулација се и статистички значајните задоцнети интеракции на варијаблите **V1** – CMJ и **V5** – MARCH 30 s. Ваквиот резултат е во согласност и со резултатите од анализата на автокорелациите и парцијалните авторкорелации како и со факторскиот модел на овој испитаник, кај кого беа утврдени два фактори на регулација, кои беа сложени по природа.



Слика 6: Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.

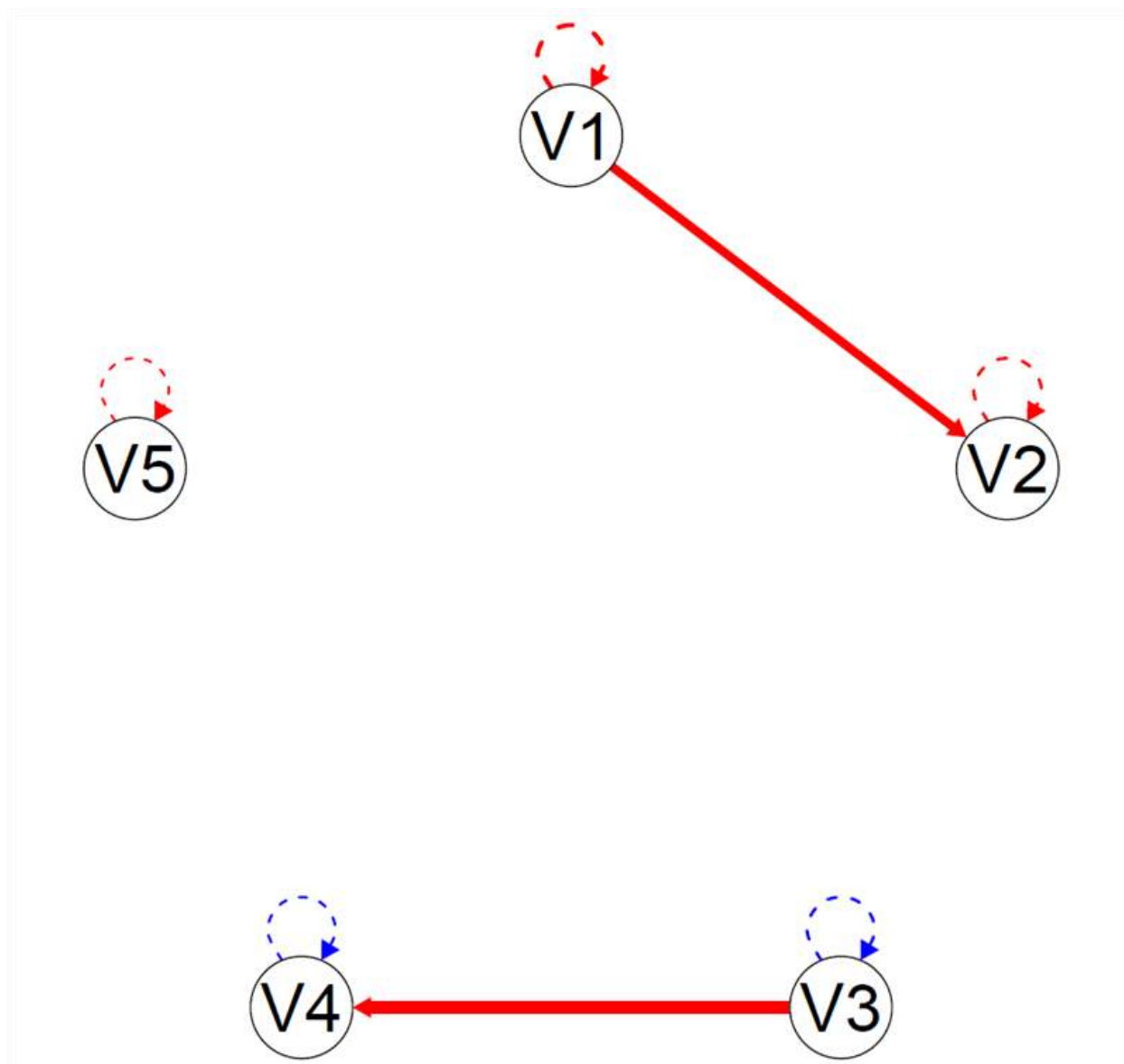
Испитаник број 4

Табела 40: Прикажани се заемодејствата на варијаблите, нивната јакост и нивната статистичка значајност кај испитаникот бр.4.

lhs	op	rhs	z	P <
V1	~	V1lag	3.141	0.002
V5	~	V5lag	4.913	0.001
V2	~	V1	3.567	0.001
V3	~	V1	4.447	0.001
V4	~	V3	3.833	0.001

Анализа на испитаникот бр.5.

Табелата 41 ги прикажува z-вредностите на заемодејствата на варијаблите и нивото на нивната статистичка значајност кај испитаникот бр. 5. Графичкиот приказ на заемодејствата помеѓу актуелните варијабли е даден на слика 7. Кај овој испитаник не постои еднонасочна причинско-последична верига на моментално (истовремено) заемодејство, и е со поинаква структура во споредба со испитаниците 1 и 2 и делумно со испитаникот 4. Интересно е што варијаблата **V1** – CMJ, поседува статистички значајно истовремено (моментално) едномерно заемодејство со варијаблата **V2** – CMJFA, а варијаблата **V3** – SJ со варијаблата **V4** – SJFA. Овие изолирани парови варијабли јасно се разликуваат по поседување, односно, непоседување на невромускулниот механизам на истегнување/скратување, респективно. Ваквиот резултат е во согласност и со факторскиот модел на овој испитаник, кај кого беа утврдени два фактори на регулација, кои беа едноставни и високо интерпретабилни и се состоеја од истите парови на варијабли како во оваа анализа.



Слика 7: Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.

Испитаник број 5

Табела 41: Прикажани се заемодејствата на варијаблите, нивната јакост и нивната статистичка значајност кај испитаникот бр.5.

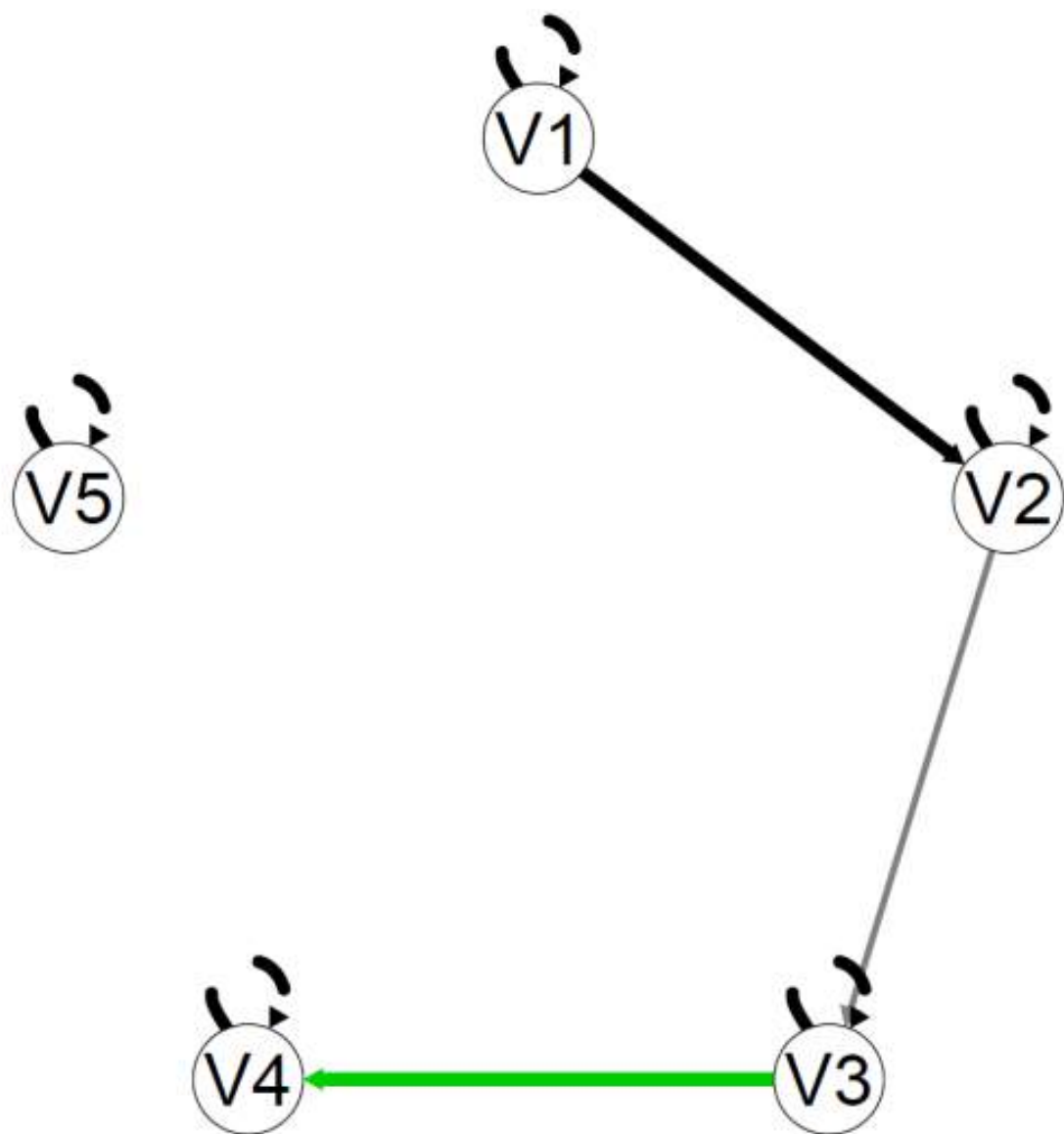
lhs	op	rhs	z	P <
V2	~	V1	5.434	0.001
V4	~	V3	17.454	0.001

Од резултатите и дискусијата, следи дека хипотезата H_3 – која тврдеше дека постојат интериндивидуални разлики на каузалната структура на динамичката спрега на мерките од ова истражување – е целосно поткрепена. Структурите на причинско-последични истовремени и задоцнети заемодејства кои беа дискутирани и беа откриени на интраиндивидуално ниво беа автоматски таксономизирани во две подгрупи од испитаници. Ваквата генерализација од пет интраиндивидуални структури во две групни структури овозможи подобро согледување на можните генерални регулациски системи во просторот на испитуваните варијабли.

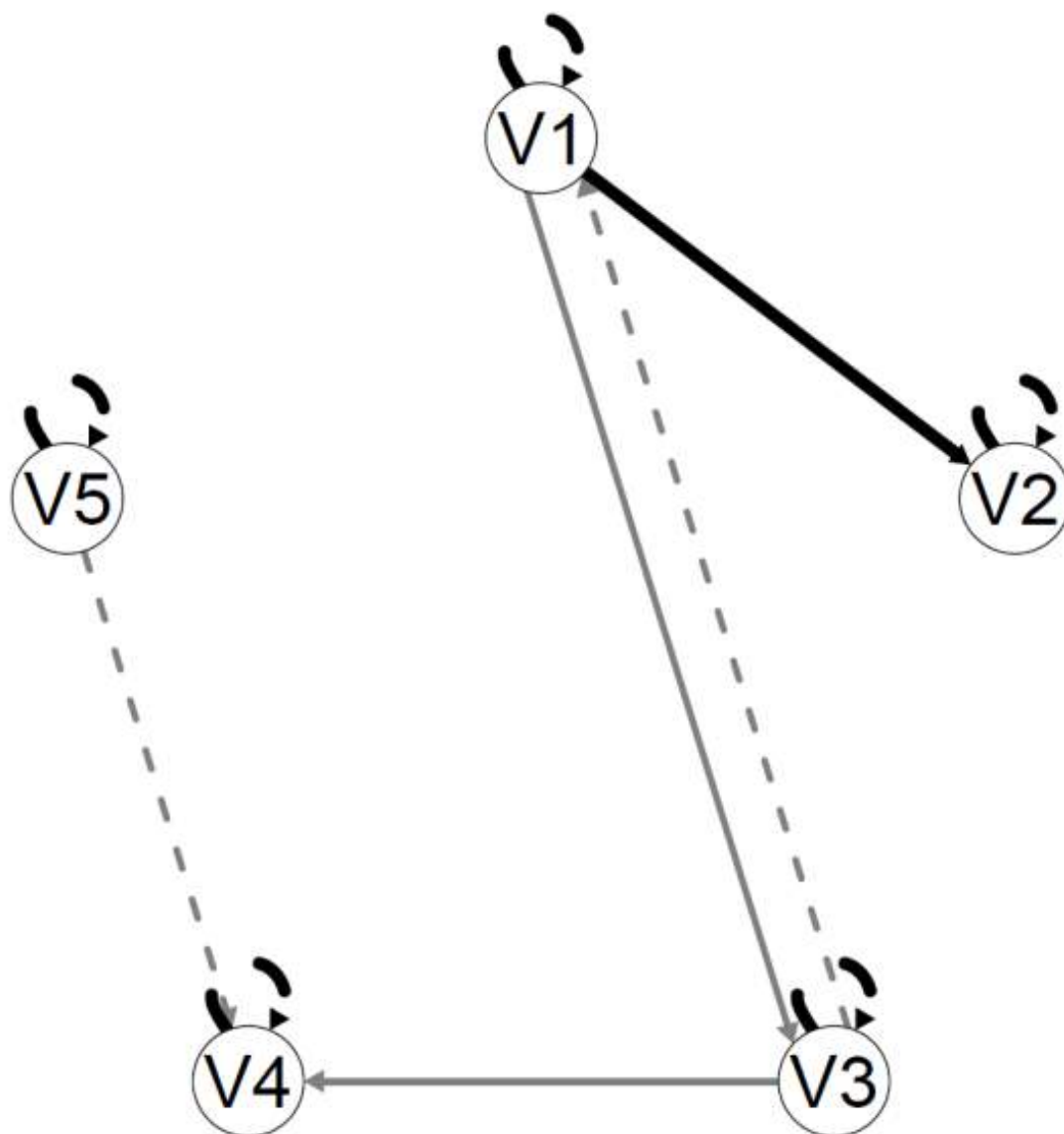
Ваквата таксономизација на испитаниците има директна последица и за евентуалниот заклучок од тестирањето на хипотезата H_4 , која тврдеше дека постои заедничка (генерална) структура на каузалната динамичката спрега на мерките од ова истражување присутна кај целиот примерок. Првата подгрупа се состои од откриените структури на заемодејства кај испитаниците 1 и 2, кај кои постоеше верига од заемодејства почнувајќи од варијаблата **V1** – CMJ, преку **V2** – CMJFA и **V3** – SJ, кои играа улога на медијатори до варијаблата **V4** – SJFA (види слика 8). Втората подгрупа заемодејства ги сочинуваат структурите откриени кај испитаниците 3, 4 и 5. Ваквата структура на групно ниво ги вклучува не само истовремените туку и задоцнетите заемодејства откриени на интраиндивидуално ниво кај овие испитаници (види слика 9). Конечно, на слика 10 е дадена групната структура на заемодејства, каде што, покрај оние структури презентирани на ниво на подгрупи, додадено е и заемодејството помеѓу варијаблите **V1** – CMJ и **V5** – MARCH 30 с откриено кај испитаникот 2.

Очигледно, како најверојатна генерална структура на заемодејство е онаа помеѓу варијаблите **V1** – CMJ и **V2** – CMJFA, исто така, со високо веројатна структура која ја сочинува заемодејството на варијаблите **V3** – SJ и **V4** – SJFA. Овие заемодејства би имале висока веројатност да бидат присутни кај пошироката популација со карактеристиките на примерокот земен во ова истражување. Сите други

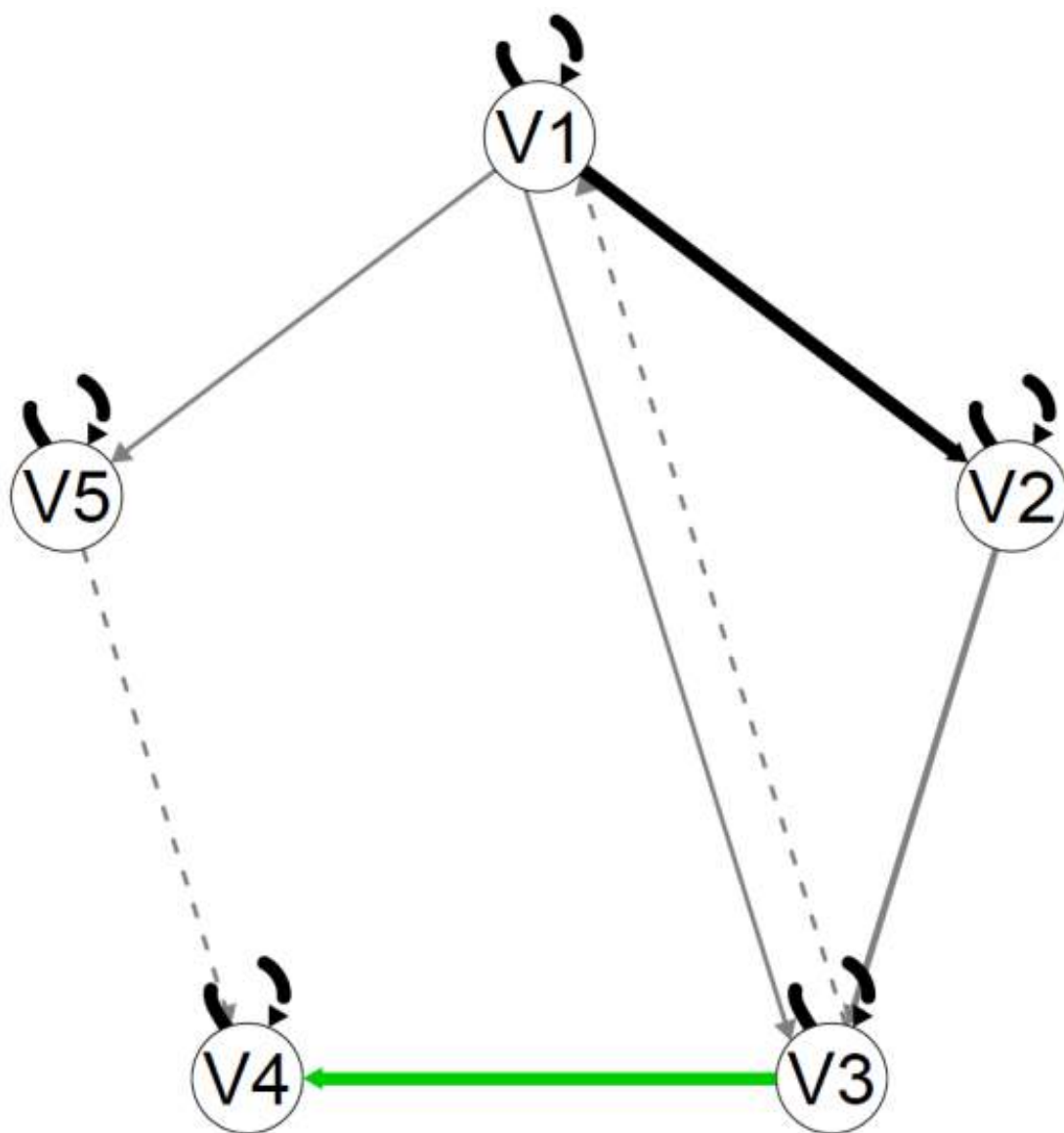
заемодејства би биле заемодејства со повисок степен на идиосинкратичност и кои би биле карактеристични за одредени подгрупи и индивидуи. Треба да се забележи дека ваквата структура е сосема поразлична од онаа што се доби преку лонгитудиналната анализа на интериндивидуално (групно) ниво. Оттука, од резултатите и нивната дискусија произлегува дека и хипотезите H_3 и H_4 се поткрепени.



Слика 8: Прва подгрупа на заемодејства. Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.



Слика 9: Втора подгрупа заемодејства. Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.



Слика 10: Групна структура на заемодејства. Легенда: V1 – CMJ; V2 – CMJFA; V3 – SJ; V4 – SJFA; V5 – MARCH 30 s. Стрелките ја покажуваат насоката на причинско-последичното моментално (истовремено) заемодејство. Испрекинатите стрелки го покажуваат задоцнетото заемодејство.

6. ТЕОРЕТСКО И ПРАКТИЧНО ЗНАЧЕЊЕ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Мотото *Нема ништо попрактично од добрата теорија* им се припишува на поголем број научници и мислители, но најмногу на психологот Курт Левин. Секако, добрата теорија, покрај другото, би резултирала во поседување на точни предвидувања на повторливи експериментални детекции на структурата и каузалните врски помеѓу компонентните процеси на системот кој го објаснува. Ваквите својства на теоријата би овозможиле успешни, повторливи интервенции врз системот што би резултирало во стабилни, повторливи и закономерни високоефективни практични резултати кај сите индивидуи (т. е. персонализирани интервенции). Како што беше дискутирано и во воведот на оваа дисертација, во сферата на сознанијата за човековите моторички способности, базични теоретски прашањата се: *Постои ли генерална, популациски-хомогена структурира на моторичките способности?*; *Ако постои - колку е таа стабилна во времето?*; *Колку интериндивидуалната структурира на моторичките способности е слична со вистинската, интраиндивидуална структурира*⁵? За жал, до денешен ден научен одговор на овие прашања не постои.

Нашето истражување покажа дека најверојатно генерална, популациски-хомогена структура на моторичките способности не постои, иако понекогаш кај некои индивидуи интраиндивидуалната може да биде слична или идентична со одредена екстрахирана интериндивидуална структура. Сепак, можно е да постојат одредени релации помеѓу моторните манифестации (како што беше покажано во оваа дисертација), кои можат да се најдат со висока веројатност во одредена популација. Ова значи дека додека интериндивидуалните анализи можат да овозможат, на пример, создавање на мерки и стандарди за проценка на состојбата на моторните способности, или веројатносно предвидување на моторната изведба на одредена индивидуа на база на одреден сет од предвидувачи во одредена популација, тие не можат да се користат за формирање на сознанија и модели за структурата на регулаторните системи на моториката кои постојат кај луѓето. Ова е значајно, затоа што во текот на минатите 70 години токму оваа цел беше една од главните теоретски мотиви за спроведување на огромен број истражувања. Понатаму, резултатите од ова истражување сугерираат можни објаснувања за хетерогеноста на адаптациониот одговор на одредени вежбовни стимуланти кај различни индивидуи. Хетерогеноста на регулаторните системи е можниот главен генератор на хетерогеноста на експерименталните резултати во кинезиологијата. Но, за ова е изложено во делот за практичното значење на истражувањето.

Ова истражување не беше насочено кон утврдување на стабилноста на структурата на интраиндивидуалниот варијабилитет и коваријабилитет. Повторливоста (законитоста) можеби не постои во структурата на релациите, туку во динамиката на нивната промена. Меѓутоа, дури и ако се покаже дека не постои нешто како што е стабилна структура или законита промена на човековата моторика и моторичките способности, тоа ќе биде суштинско сознание. Тоа ќе значи дека истражувањата сепак ја намалиле неодреденоста, т. е. го намалиле незнаењето во однос на суштинските прашања за човековите моторички способности. Тоа би значело дека одговорите на овие прашања ќе треба да се бараат на поиновативни начини и со создавање подруги

⁵ Тука треба да се нагласи дека интра-индивидуално добиената структура директно произлегува од биолошката варијабилност на индивидуата и може со висока веројатност да се тврди дека тоа е вистинската структура на компонентните биолошки регулаторни процеси и нивни релации кои ги генерираат моторните манифестации во актуелната индивидуа. Од друга страна, структурите добиени врз база на анализа на интер-индивидуалниот варијабилитет може, но и не мора, да одговараат на вистинската биолошка регулаторна структура присутна во индивидуите. Подетално образложение на разликите во овие два пристапи е изложено во воведот и досегашните истражувања.

пристапи. Оттаму, можеби ќе произлезе дека проблемот е во самите прашања и како тие се поставени.

Во однос на практиката, теоријата би требала да даде одговор на прашањето: *Што е можно, а што невозможно во смисла на интервенции во просторот на човековата моторика*. На пример, *Дали е возможен усвоен персонализиран пристап на интервенции*? Позитивниот одговор на ова прашање ќе зависи од постоењето на временски стабилни интраиндивидуални релации и каузални влијанија на варијаблите од моторичкиот простор или пак стабилен тип промена на истите. Постоењето на стабилни, но и генерални, интраиндивидуални релации и каузални влијанија кај сите субјекти би значело дека интервенцијата за подобрување на нивото на развој на конкретните моторни способности може да има генерален пристап кај сите индивидуи. Постоењето на стабилни, но специфични, релации и каузални влијанија кај секој субјект посебно може значајно да влијае во персонализираниот пристап кон интервенцијата за подобрување на нивото на моторна способност. Имено, ако постои интериндивидуална разлика во структурите на релации и каузални (насочени) влијанија помеѓу моторните манифестации на интраиндивидуално ниво, тогаш, секако, и пристапот кон нивна трансформација би требало да биде персонално-специфичен во однос на таквата структура. Оттука, утврдувањето на генералните како и персонално-специфичните релации и каузални влијанија на моторните варијабли, како и нивната промена, може да даде посуптилен пристап во трансформативниот процес во просторот на човековата моторика.

Истражувањето покажа дека бидејќи структурите на регулаторните системи се претежно индивидуално специфични, типот на интервенција би требал да биде различен кај различни индивидуи. Но, тука најпрво би требало да направиме едно разграничување. Имено, традиционалниот начин на индивидуализиран пристап се базира на утврдување на позицијата на индивидуата во просторот на состојби дефиниран популационо. На пример, ако одредена индивидуа е на пониско ниво на манифестација (на пр., трет или четврт квинтил) на способностите на скокност во однос на популацијата, тогаш индивидуализираната интервенцијата кај таа личност се состои во поголемо посветување на внимание на развојот на тие способности, земајќи ги предвид нејзините индивидуални максимални резултати. Но, видно е дека таквиот пристап не води сметка за вистинската структурираност на регулациски системи на скокноста кај конкретната личност, а во нашето истражување видовме дека структурираноста е различна кај различни личности. Имено, ова е директно поврзано со претходно дискутираната хетерогеност на адаптацискиот одговор кај различни индивидуи. Како што беше покажано во оваа дисертација, кај одредени индивидуи, одредени механизми на генерирање на скокноста, во одреден временски период, може да влијаат и на манифестации кои не припаѓаат на истиот моторички простор (на пр., фреквенцијата на движење на долните екстремитети). Но, кај други индивидуи таква причинско-последична врска не постои. Оттука, станува јасно дека кај некои индивидуи тренингот за одреден механизам на скокност може да ја промени (зголеми или намали) максималната фреквенција на движење на екстремитетите, додека кај други индивидуи таквиот тренинг не би имал таков ефект. Уште повеќе, дури и во самиот простор на максимална скокност, постојат значајни разлики во структурираноста на регулациските механизми кај различни индивидуи. На пример, кај една индивидуа скокноста што се базира на механизмот на истегнување/контракција каузално влијае на скокноста која не се базира на овој механизам, а кај друга индивидуа таква каузална врска не постои. Јасно е дека интервенциите кај овие индивидуи би требале да бидат различни, односно дека нивниот адаптациски одговор на иста тренажна интервенција би бил различен. Ваквиот тип на индивидуализирана интервенција е невозможен кај традиционалниот индивидуализиран пристап.

Од посебен практичен интерес се можните временски-одложени релации и каузални влијанија што би можеле да постојат во моторичкиот простор на човекот. Во нашето истражување вакви соодноси кои укажуваат на меморија (паметење или инерција) за претходните состојби беше утврдена кај двајца испитаници. Секако, стабилноста на ваквите резултати е сè уште нејасна. Ваквите процеси се однесуваат на прашањата од типот: *Како претходните состојби влијаат врз тековните состојби во просторот на моториката?* Одговорот на ваквите прашања би дал можност за посуптилни генерални и персонализирани интервенции на тековните состојби преку регулирање на претходните состојби кај индивидуите. Оваа дисертација може да се гледа како скроман почеток на еден истражувачки програм, кој во иднина би можел да даде одговор на погоре дискутираните прашања.

7. ЗАКЛУЧОК

Главната цел на ова истражување беше да се креира методолошка рамка за анализа на временската корелациска и каузална структура на коваријабилитетот на моторички показатели, како што се вертикалната скочност и фреквенцијата на движење, кај физички активни субјекти преку компаративна анализа на интериндивидуалните и интраиндивидуални податоци, со крајна намера за развој на прототип на метод кој би имал поширока примена во кинезиолошката практика. Оттука, беше спроведено тестирање на хипотезата за ергодичност во човечките биомоторни процеси, која тврди дека варијациите помеѓу и внатре во индивидуите секогаш може да се третираат како еквивалентни или заменливи. За прецизно испитување на валидноста на оваа хипотеза, се покажа потреба од развој и примена на иновативни методолошки пристапи и аналитички техники за обработка на податоците. Во рамките на истражувањето беа вклучени пет испитаници со различни возрастни, антропометриски и телесни карактеристики, при што се спроведоа пет теста за проценка на вертикалната скочност и на моторичката фреквенција, вклучувајќи скокови изведени со и без замав со раце од различни почетни положби.

Добиените резултати укажуваат на веројатното непостоење на универзална, популациски-хомогена структура на моторичките способности, односно на неергодичноста на динамиката на моторните способности. Наместо тоа, регулаторните системи се карактеризираат со изразена индивидуалност, односно интраиндивидуалната структура, која е производ на биолошката варијабилност, не секогаш се поклопува со структурите извлечени од интериндивидуалните анализи. Иако интериндивидуалните анализи можат да обезбедат значајни предвидувања на ниво на популација, тие не се доволни за длабинско разбирање на регулаторните механизми кои функционираат на интраиндивидуално ниво. Понатаму, класичните пристапи кон индивидуализација, кои се базираат на популациски рамки, не ги земаат предвид специфичните внатрешни биолошки регулаторни структури на поединецот. Во завршница, ова истражување ја нагласува неопходноста од развој на нови теоретски и методолошки концепти во кинезиолошките науки, кои ќе ги интегрираат индивидуалните варијации во регулацијата и ќе овозможат формулирање на понапредни, персонализирани интервенции.

8. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Beltz, A. M., Wright, A. G., Sprague, B. N., & Molenaar, P. C. (2016). Bridging the nomothetic and idiographic approaches to the analysis of clinical data. *Assessment*, 23(4), 447-458.
2. Condello, G., Khemtong, C., Lee, Y. H., Chen, C. H., Mandorino, M., Santoro, E., Liu, C., & Tessitore, A. (2020). Validity and Reliability of a Photoelectric Cells System for the Evaluation of Change of Direction and Lateral Jumping Abilities in Collegiate Basketball Athletes. *J Funct Morphol Kinesiol*, 5(3), 55. doi:10.3390/jfmk5030055.
3. Cumbee, F. (1954). A factorial analysis of motor coordination. *Research Quarterly*, 25, 412-428.
4. Glatthorn, J. F., G. S. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 556-560. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ccb18.
5. Komi, P. V. (2003). Stretch-shortening cycle. In: *Strength and Power in Sport*. Oxford (UK): Blackwell Science, p. 184-202.
6. McCloy, C. H. (1940). A preliminary study of factors in motor educability. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 11(2), 28-39.
7. Molenaar, P. C. M., Huizenga, H. M., & Nesselroade, J. R. (2003). The Relationship Between the Structure of Interindividual and Intraindividual Variability: A Theoretical and Empirical Vindication of Developmental Systems Theory. In: *Understanding Human Development*. Springer, Boston, MA.
8. Molenaar, P. C. M. (2004). A manifesto on psychology as idiographic science: Bringing the person back into scientific psychology, this time forever. *Measurement*, 2, 201-218.
9. Molenaar, P. C. M. (2008). On the implications of the classical ergodic theorems: Analysis of developmental processes has to focus on intra-individual variation. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 50(1), 60-69.
10. National Science Foundation (2014). Program solicitation: Accelerating innovation research-technology translation. NSF 14-569.

11. Price, R. B., Lane, S., Gates, K., Kraynak, T. E., Horner, M. S., Thase, M. E., & Siegle, G. J. (2017). Parsing heterogeneity in the brain connectivity of depressed and healthy adults during positive mood. *Biological Psychiatry*, 81(4), 347-357.
12. Reich, D. S., White, R., Cortese, I. C., Vuolo, L., Shea, C. D., Collins, T. L., Petkau, J. (2015). Sample-size calculations for short-term proof-of-concept studies of tissue protection and repair in multiple sclerosis lesions via conventional clinical imaging. *Mult Scler*, 21(13), 1693-704.
13. Strohacker, K., Keegan, R., Beaumont, C. T., & Zakrajsek, R. A. (2021). Applying P-Technique Factor Analysis to Explore Person-Specific Models of Readiness-to-Exercise. *Front Sports Act Living*, 3, 685813.
14. Stevanovski, M., Hristovski, R., (2024). Some Properties of the Intra-Individual Temporal Covariability of Jump Hight and Lower-Limbs Frequency Measures. A Pilot Study. 18th FIEPS European Congress and 6th Scientific Conference RPESH.
15. Stevanovski, M., & Hristovski, R. (2024). Some Properties of the Intra-Individual Temporal Covariability of Jump Height and Lower-Limbs Frequency Measures: A Pilot Study. *Research in Physical Education, Sport and Health (RPESH)*, 13(1), 67-71. DOI: <https://doi.org/10.46733/PESH24131067s>
16. Taube, W., Leukel, C., & Gollhofer, A. (2012). How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(2), 106-115.

9. Прилози

10. Биографија

Асистент м-р Марко Стевановски е роден на 28. 12. 1992 година во Скопје. Додипломските студии ги завршил во 2015 година, успешно бранејќи ја својата дипломска работа на тема: „Примена на методи и инструменти за биомеханичка анализа на човечките движења “.

Како доказ за неговиот талент и вложување уште на додипломските студии како во така и надвор од наставата, Факултетот за физичко образование, спорт и здравје во 2014 година му доделува плакета за особен придонес и афирмација на Факултетот.

Во 2015 година се запишува на втор циклус студии на Факултетот за физичко образование, спорт и здравје. Во 2017 година успешно го одбранил својот магистерски труд со наслов: „Биомеханички статус на моторните стереотипови од партер и прескок во спортската гимнастика “, под менторство на проф. д-р Александар Туфекчиевски.

По само 2 години, во 2019 година, одлучува своето образование да го продолжил и на вториот циклус студии на Факултетот за спортски науки и спорт во Ерланген, Германија при Универзитетот Фридрих-Александар, што успешно ги завршува во 2022 година со одбрана на магистерскиот труд со наслов „Impact on transport/active transport related public health outcomes in cities“, под менторство на проф. д-р Карим Абу-Омар.

На Факултетот за физичко образование, спорт и здравје официјално се вработува во 2021 година како асистент по предметот Теорија и методика на спортски тренинг.

Во 2022 година се запишува на трет циклус студии на Факултетот за физичко образование, спорт и здравје при универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, под менторство на проф. д-р Роберт Христовски.

Активно учествува на повеќе конгреси, симпозиуми и семинари кои се одржуваат во земјата и во странство.

Асистент м-р Марко Стевановски својата спортска кариера ја започнал во 2012 година, кога како истакнат студент на покана на претседателот на Федерацијата на училишен спорт на Македонија – проф. д-р Александар Туфекчиевски се вклучува во

менаџерскиот тим на Федерацијата. Како активен член тој зема учество во голем број проекти, семинари и конференции во организација на Федерацијата.

Во 2014 година асистент м-р Марко Стевановски е избран за студентски координатор на европската програмата за мобилност Еразмус плус при Факултетот за физичко образование, спорт и здравје.

Почетоците на тренерската кариера на асистент м-р Марко Стевановски се во градинката „Детска Радост“ – Скопје, каде во периодот од 2016 до 2017 година започнал како професор по физичко и здравствено образование за предучилишна возраст.

Потоа, во 2017 година, се вработува како личен тренер во „Парк Хотел & Спа“ каде што за краток период напреднува во работната позиција раководител на Одделот за фитнес и спа.

Во 2019 година зема активно учество на Вториот интернационален летен за „Network Physiology“ во Комо, Италија, каде што учество земале повеќе од 80 еминентни професори од повеќе од 22 држави од целиот свет во организација на Кеџк лабораторијата при Универзитетот во Бостон.

Како автор и коавтор има објавено повеќе научни и стручни трудови од повеќе области на кинезиологијата.

Во 2020 година зема учество на Виртуелната конференцијата во организација на Американскиот колеџ за спортска медицина.

Од 2023 година е главен координатор за меѓународна соработка при Факултетот за физичко образование, спорт и здравје – Скопје.

Во 2024 година асистент м-р Марко Стевановски е назначен за помошник раководител при Институтот за научно-истражувачка работа во спортот при Факултетот за физичко образование, спорт и здравје – Скопје.

Во 2024 година асистент м-р Марко Стевановски зема дел од организацискиот одбор на „18th FIEPS European Congress and 6th Scientific Conference RPESH“. Исто така, на истата конференција тој е во организацискиот одбор на делот за млади лидери од FIEPS.

Како автор и коавтор има објавено повеќе научни и стручни трудови од повеќе области на кинезиологијата, меѓу кои:

1. Ацески, А., Туфекчиевски, А., и **Стевановски, М.**, (2014) Биомеханички фактори на мускулната сила. Стручно списание “Кондиција“ Број 1.
2. Ацески, А., Туфекчиевски, А., Велјаноска, К., Велјаноски, С., **Стевановски, М.**, (2015) Основни биомеханички принципи. Стручно списание “Кондиција“ Број 3.
3. **Стевановски, М.**, Туфекчиевски, А., Ацески, А., Боглев, Г., (2016) Перспективи за развој на училишниот спорт во Република Македонија. Стручно списание “Кондиција“ Број 4.
4. **Stevanovski, М.**, Tufekchievski, А., Aceski, А., (2016) One approach for determining the biomechanical similarity between the basic motor stereotypes of boxing technique. Second International Scientific Conference “RPESH” – Skopje.
5. Hristovski, R., Aceski, А., Balague, N., Seifert, L., Tufekchievski, А., & Cecilia, А., (2016) Structure and dynamics for European sport science textual contest: Analysis of ECSS abstracts (1996-2014). Како Стручен соработник.
6. **Стевановски, М.**, Ацески, А., & Туфекчиевски, А., (2017) “Киновеа” – бесплатен софтвер за анализа на човечките движења. Стручно списание “Кондиција“ Број 6.
7. Hristovski, R., Balague, N., & **Stevanovski, М.**, (2023). Long-term Exercise Adaptation. Physical Aging 1 Phenomena in Biological Networks. *Frontiers in Physiology*, 3, 1243736.
8. **Stevanovski, М.**, Hristovski, R., (2024). Some Properties of the Intra-Individual Temporal Covariability of Jump Hight and Lower-Limbs Frequency Measures. A Pilot Study. 18th FIEPS European Congress and 6th Scientific Conference RPESH.
9. **Stevanovski, М.**, & Hristovski, R. (2024). Some Properties of the Intra-Individual Temporal Covariability of Jump Height and Lower-Limbs Frequency Measures: A

Pilot Study. *Research in Physical Education, Sport and Health (RPESH)*, 13(1), 67-71. DOI: <https://doi.org/10.46733/PESH24131067s>

Во 2017 година зема учество како стручен соработник на повеќе проекти под раководство на Федерацијата на училишен спорт на Македонија, меѓу кои и „Систем корисен за креирање спортски политики на училишно, општинско, зонско, регионално, државно и меѓународно ниво“, како и „Летен училишен спортски камп“ во организација на Федерацијата на училишен спорт на Македонија, како заменик координатор за 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017 и за 2018 година.

Во 2018 година асистент м-р Марко Стевановски се приклучува кон платформата за едукација СУМА каде голем дел од материјалите ги преведува на македонски јазик, со цел да бидат достапни и разбирливи за студентите.

Biography

Assistant, Marko Stevanovski, MSc

Education and Academic Qualifications

Assistant Marko Stevanovski, MSc, was born on December 28, 1992, in Skopje.

He completed his undergraduate studies in 2015, successfully defending his bachelor's thesis on the topic: "Application of Methods and Instruments for the Biomechanical Analysis of Human Movements."

In 2015, he enrolled in the second-cycle (Master's) studies at the Faculty of Physical Education, Sport, and Health. In 2017, he successfully defended his Master's thesis titled: "Biomechanical Status of Motor Stereotypes in Floor and Vault Exercises in Artistic Gymnastics," under the mentorship of Prof. Dr. Aleksandar Tufekchievski.

As a testament to his talent and dedication both within and outside his formal studies, the Faculty of Physical Education, Sport, and Health awarded him a plaque in 2014 for his special contribution to and promotion of the Faculty.

In 2019, he continued his education with a second Master's degree at the Department of Sport Science and Sport at the Friedrich-Alexander University in Erlangen, Germany. He successfully completed this program in 2022 by defending his thesis titled "Impact on transport/active transport related public health outcomes in cities," under the mentorship of Prof. Dr. Karim Abu-Omar.

He was officially appointed to the Faculty of Physical Education, Sport, and Health in 2021 as an Assistant in the course "Theory and Methodology of Sports Training."

In 2022, he enrolled in the third-cycle (doctoral) studies at the Faculty of Physical Education, Sport, and Health at the Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, under the mentorship of Prof. Dr. Robert Hristovski.

Professional and Academic Experience

- Assistant, Institute for Scientific Research in Sport (2024–Present): Appointed at the Faculty of Physical Education, Sport, and Health – Skopje.
- Main Coordinator for International Cooperation (2023–Present): Appointed at the Faculty of Physical Education, Sport, and Health – Skopje.

- Head of Fitness and Spa Department, Park Hotel & Spa (2017–2019): Promoted from the position of Personal Trainer.
- Physical and Health Education Teacher (2016–2017): Worked with preschool-aged children at the "Detska Radost" kindergarten in Skopje.
- Student Coordinator for the Erasmus+ Program (2014): Selected for the European mobility program at the Faculty of Physical Education, Sport, and Health.
- Managerial Team Member, School Sport Federation of Macedonia (2012–Present): Joined at the invitation of the Federation's President, Prof. Dr. Aleksandar Tufekchievski, participating in numerous projects, seminars, and conferences.

Scientific Engagement and Conferences

Mr. Stevanovski actively participates in numerous congresses, symposiums, and seminars both domestically and internationally. Notable engagements include:

- Organizing Committee Member (2024): Served on the organizing committee for the "18th FIEPS European Congress and 6th Scientific Conference RPESH." He was also a member of the organizing board for the FIEPS Young Leaders section at the same conference.
- Virtual Conference Participant (2020): Took part in a virtual conference organized by the American College of Sports Medicine (ACSM).
- Summer School Participant (2019): Actively participated in the second international summer school on "Network Physiology" in Como, Italy. This event, organized by the Keck Laboratory at Boston University, gathered over 80 eminent professors from more than 22 countries.

Project Involvement

- Project Expert Associate (2017): Contributed to several projects led by the School Sport Federation of Macedonia, including the project on a "system useful for creating sports policies at the school, municipal, zone, regional, national, and international levels."

- Deputy Coordinator, Summer School Sports Camp (2012–2018): Served as Deputy Coordinator for the annual camp organized by the School Sport Federation of Macedonia.

Other Activities

- Educational Platform Contributor, SUMA (2018): Joined the SUMA educational platform, where he translated a significant portion of the materials into the Macedonian language to make them more accessible and understandable for students.

List of Publications

As an author and co-author, he has published several scientific and professional papers in various fields of Kinesiology, including:

1. Aceski, A., Tufekchievski, A., & **Stevanovski, M.** (2014). Biomechanical factors of muscle strength. *Kondicija, Professional Journal*, (1).
2. Aceski, A., Tufekchievski, A., Veljanoska, K., Veljanoski, S., & **Stevanovski, M.** (2015). Basic biomechanical principles. *Kondicija, Professional Journal*, (3).
3. **Stevanovski, M.**, Tufekchievski, A., Aceski, A., & Boglev, G. (2016). Perspectives for the development of school sport in the Republic of Macedonia. *Kondicija, Professional Journal*, (4).
4. **Stevanovski, M.**, Tufekchievski, A., & Aceski, A. (2016). One approach for determining the biomechanical similarity between the basic motor stereotypes of boxing technique. *Second International Scientific Conference “RPESH” – Skopje*.
5. Hristovski, R., Aceski, A., Balague, N., Seifert, L., Tufekchievski, A., & Cecilia, A. (2016). Structure and dynamics for European sport science textual contest: Analysis of ECSS abstracts (1996-2014). (Contribution as an Expert Associate).
6. **Stevanovski, M.**, Aceski, A., & Tufekchievski, A. (2017). “Kinovea” – free software for the analysis of human movements. *Kondicija, Professional Journal*, (6).
7. Hristovski, R., Balague, N., & **Stevanovski, M.** (2023). Long-term Exercise Adaptation. Physical Aging 1 Phenomena in Biological Networks. *Frontiers in Physiology*, 14, 1243736. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1243736>

8. **Stevanovski, M.**, Hristovski, R., (2024). Some Properties of the Intra-Individual Temporal Covariability of Jump Height and Lower-Limbs Frequency Measures. A Pilot Study. 18th FIEPS European Congress and 6th Scientific Conference RPESH.
9. **Stevanovski, M.**, & Hristovski, R. (2024). Some Properties of the Intra-Individual Temporal Covariability of Jump Height and Lower-Limbs Frequency Measures: A Pilot Study. *Research in Physical Education, Sport and Health (RPESH)*, 13(1), 67-71. DOI: <https://doi.org/10.46733/PESH24131067s>