



ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ "НЕОФИТ РИЛСКИ"
ФАКУЛТЕТ ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ, ЗДРАВНИ ГРИЖИ И СПОРТ
Катедра „Кинезитерапия“

МИГЛЕНА ЛЮБОМИРОВА ЦВЕТКОВА – ГАБЕРСКА

АВТОРЕФЕРАТ

**Оценка на силови характеристики и
проприоцепция на колянна става при пациенти с
множествена склероза**

за присъждане на образователна и научна степен

„ДОКТОР“ в професионално направление

7.4. Обществено здраве

Научни ръководители:

проф. Невена Пенчева, доктор

доц. Даниела Попова, доктор

Официални рецензенти:

доц. Мариела Филипова, доктор

проф. Николай Попов, доктор

Благоевград - 2020

Дисертационният труд съдържа 203 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 10 таблици, 37 графики и 10 приложения.

Библиографската справка включва 171 литературни източника от тях 35 на кирилица и 136 на латиница.

Материалите по защитата са публикувани на интернет страницата на ЮЗУ „Неофит Рилски“ и са на разположение на интересуващите се в университетската библиотека.

Официална защита на дисертационния труд:

Дата: 10.09.2020г. от 11:00 часа. гр. Благоевград, I^{ви} учебен корпус

на ЮЗУ „Неофит Рилски“, зала 412

На заседание на научно жури в състав:

Вътрешни членове:

1. доц. д-р Росен Калпачки
2. доц. д-р Мариела Филипова

Външни членове:

1. проф. д-р Николай Попов
2. доц. д-р Гергана Ненова
3. доц. д-р Любомира Саздова

СЪДЪРЖАНИЕ

I.	УВОД	5
II.	ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР	7
III.	ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА. РАБОТНА ХИПОТЕЗА	11
IV.	ОБЕКТ, ПРЕДМЕТ, ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ПРОУЧВАНЕТО	13
V.	ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТИНГЕНТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО	14
VI.	МЕТОДИЧНИ ПОДХОДИ НА ПРОУЧВАНЕТО	16
VII.	РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ	24
VIII	МОДЕЛ НА КИНЕЗИТЕРАПЕВТИЧНА ПРОГРАМА С ИЗОКИНЕТИЧЕН ДИНАМОМЕТЪР	49
IX.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
X.	ИЗВОДИ	54
XI.	ПРИНОСИ	57
XII.	СПИСЪК С ПУБЛИКАЦИИ	59

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

На български език

АНТ – Антериорна

ОДА – Опорно-двигателен апарат

ДЕЖ – Дейности от ежедневиия живот

ИКД – Изокинетична динамометрия/ Изокинетичен динамометър

КГ – Контролна група

КС – Колянна става

КТ – Кинезитерапия / Кинезитерапевтичен/а

МС – Множествена склероза

ПЦП – Проприоцептивен праг

ПЛ – Постолатерална

ПМ – Постомедиална

СО – Сумарна оценка

СОГ- Сухожилен орган на Голджи

ТБС – Тазобедрена става

ЦНС – Централна нервна система

У-ТБ – У тест за баланс

УС – Усещане за сила

УСП – Усещане за ставна позиция

На английски език

CE – Constant error

VE – Variable error

AE – Absolut error

MBF - Mass of Body Fat

SLM - Soft Lean Mass

SLM sl - Soft Lean Mass of stronger leg

SLM wl - Soft Lean Mass of weaker leg

BBS – Berg Balance Scale

BMI - Body mass index

I. УВОД

Множествената склероза (МС) е автоимунно, хронично, възпалително, демиелинизиращо и дегенеративно заболяване, което засяга миелиновата обвивка на аксоните на главния и гръбначния мозък. Нарушенията в аксоналния транспорт довеждат до затруднение или липса на провеждане на нервните импулси и оказват влияние във функцията на редица органи и системи. Тя е социално значимо заболяване, защото засяга хора в млада и творчески-трудоспособна възраст и води до сериозна инвалидизация. Болестта се характеризира с неврологични дефицити като двигателна слабост, спастичност, атаксия, дизартрия и сензорни нарушения и може да доведе до значително увреждане на обема на движение в ставите. Клиничната картина протича прогресиращо с дискоординационни нарушения, силно затруднена до невъзможна походка и спастичност в мускулатурата на засегнатите крайници. Наличието на мускулна слабост, която допринася за постуралната нестабилност и нарушена координация, е показана от редица изследователи при хора с МС. Симптоматиката се третира симптоматично, а степента на увредите се оценява с полуколичествени и субективни скали или неврологични тестове. Дългогодишният ход на заболяването, прибавянето на нови симптоми и задълбочаването на стари, води до много сериозно повлияване на мускулната сила и физическите възможности на болните и изисква по-задълбочени познания върху кинезитерапевтичния (КТ) им потенциал и забавяне на болестния процес. Мускулната слабост и сензорния дефицит на долните крайници са в основата на нарушенията в баланса, равновесието и походката при тези пациенти, което от

своя страна не им ползотява самостоятелно извършване на ДЕЖ. Сериозен напредък за развитието на изследванията в областта на определяне на функционалното състояние на пациенти и подбора на правилни терапевтични подходи беше постигнат с приложението на изокинетичните динамометри (ИКД). Те стандартизират изследванията при оценка на силови характеристики на определени мускулни групи. Чрез работа с постоянна скорост и съпротивление, функция от антропометрични данни на индивида, ИКД позволяват да се измери въртящият момент, или т.нар. торг, във всички стави, да се оцени проприоцептивния усет, както и билатерална и унилатерална асиметрия. Нещо повече, торгът може да се определи при различен режим на съкращение на мускулните групи, което прави изокинетичните динамометри универсални системи за тестване, трениране, функционални изследвания и терапия.

Внедряването и използването на целенасочен комплекс от КТ в изокинетичен режим на работа и проприоцептивна терапия с ИКД би довело до позитивни промени и значително подобрене състоянието на болните.

II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

Промени в силата на флексори и екстензори на колянна става при пациенти с множествена склероза

МС се характеризира със сложни и хетерогенни симптоми, които често водят до намалено качество на живот (Miller, Dishon 2006) и нарушени функционални възможности (Savci, 2005). Последното е свързано с намалена мускулна сила предимно на долните крайници (Thoumie, Mevellec, 2002). Мускулната сила е важен фактор за способността за ходене. Авторите наблюдават различия както в силата на мускулите на *m. hamstring* – ишиокруралната мускулатура, така и на *m. quadriceps femoris* между пациентите, които използват помощни средства в сравнение с тези, които ходят самостоятелно. Авторите използват различни скорости при изследване с ИКД и констатира намаляване на силата при пациентите в сравнение със здравите лица. Guner et al., (2015) установяват прогресивно по-голяма мускулна слабост с увеличаване скоростта на концентричните съкращения на екстензорите и флексорите и по-голям пиков въртящ момент по време на ексцентрика в сравнение с концентрични контракции при лица с МС. Тези резултати, както и забавянето на скоростта на съкращение, наблюдавано както при електрически стимулирани така и при волеви контракции показват, че забавянето на скоростта на нервните и мускулните импулси играят важна роля за намаляване на мускулната сила. Друго изследване, касаещо подобряването на силата, мощността и симптоматичната умора при лица с МС след резистивни натоварвания (White et al., 2004) показва обещаваща посока за бъдещите изследвания, насочени към възстановяване на някои физически дисфункции от това заболяване. Няма данни обаче, с колко процента силата е

редуцирана, запазват ли се физиологичните механизми за генериране на сила и има ли полови различия в дефицита на флексорите и екстензорите в резултат на заболяването. В допълнение към мускулната слабост, степента на двустранна силова асиметрия в опорно-двигателния апарат и ефекта ѝ върху баланса не са известни. Също така остава неясна ролята на асиметрията при разпределението на натоварването на крайниците и значението ѝ за постуралната нестабилност. Симптоматичната умора, определена като съществен инвалидизиращ симптом, също може да играе важна роля в постуралния контрол и усещането за мускулна слабост при лица с МС. Повишаването на телесната температура и разхода на енергия през целия ден може да засили симптоматичната умора, което да доведе до мускулна слабост (Schwid et al., 2002). Засега връзката между симптоматичната умора и мускулната сила не е проучена.

Broekmans et al., (2011) посочва, че протоколите за резистивна тренировка, трябва да имат за цел да повишат издръжливостта на екстензорите и изометричната сила на флексори на КС, което да подобри способността за ходене при пациенти с умерена амбулаторна дисфункция. Aubry et al., (2009) потвърждават ефикасността на резистивната терапевтична програма (ексцентрична, изокинетична) след 12 процедури за увеличаване на мускулната сила в коляното, подобряване на контрола на КС по време на ходене при клиничен преглед и увеличаване на максимално достижимото разстояние. Механизмите, които са в основата на наблюдавания дефицит на сила при болните от МС, са както миогенни (Carroll et al., 2005) така и с неврален произход (De Haan et al., 2000; Ng et al., 2004). В редица проучвания са изследвани

характеристиките на скелетните мускули при пациенти с МС, като някои проучвания (Garner, Widrick 2003; Formica et al., 1997), но не всички (Carroll et al., 2005; Ng et al., 2004; Lambert et al., 2002) отчитат загуба на мускулна маса и намалена (Lambert, Archer, 2001) или сходна максимална мускулна сила. Неврологично се отчитат нарушения на централната двигателна функция. Понастоящем остава неизвестно дали докладваните наблюдения сами по себе си са в следствие от заболяването, дали са в резултат на обездвижването или са комбинация от двете. Въпреки, че при МС е наблюдавана двустранна загуба на сила, хората с това заболяване често съобщават за едностранна мускулна слабост. При изследването си за мускулната сила на долните крайници при хора с МС, Lambert et al. (2001) установяват наличието на по-голяма силова асиметрия между доминантен и недоминантен крак при пациентите с МС, в сравнение с контролната група. Именно асиметрията е важен показател за постуралната стабилност и може да бъде причина, както за нарушения в баланса и равновесието, така и за наличието на умора при болните.

Промени в проприоцептивната сетивност при пациенти с множествена склероза

Множествената склероза, която се характеризира с лезии в ЦНС, които влияят на сензорните и моторни функции често е свързана с постурална нестабилност (Grigorova et al., 2001; Frzovic, 2000; Nelson et al., 1995). Хората с МС проявяват голяма постурална нестабилност под въздействие на заболяването, което намалява визуалните и тактилни сетивни функции, а това води до невъзможност за компенсиране на сензорните дефицити и до увреждане на вестибуларния апарат (Grigorova et al, 2001).

Нарушенията в баланса и равновесието са ранен отличителен белег на МС и са често срещани при индивиди с минимални (Nelson and Anderson, 1995; Corradini et al., 1997; Karst et al., 2005; Martin et al., 2006) или дори без клинично доказани увреждания, ставайки по-изразени при тези със значително развитие на болестта (Soyuer et al., 2006). Нарушенията в локомоцията и проприоцепцията на долните крайници са свързани с множество неблагоприятни последиствия включително падания, наранявания, намалена активност и смъртност (Zwibel, 2009; Sutliff, 2010). В период на криза, при продължително обездвижване и залежаване, основните нервни процеси отслабват и се нарушават. Нервните клетки стават инертни и се нарушава дейността на ЦНС. В кората на главния мозък започват да преобладават задръжните процеси и липсва необходимата възбудимост, като безусловните рефлексии намаляват, а условните могат да бъдат напълно нарушени. Преобладават интероцептивните дразнения (дефицит на проприо- и екстеродразнения). В резултат се изграждат патологични рефлексии и доминанти, водещи до влошаване на оздравителния процес, задълбочаване на симптоматиката и функционалните възможности на организма. В допълнение, проприоцептивно задействаните постурални реакции към външни стимули значително се забавят при МС (Cameron et al., 2008). Така че, тази соматосензорна обратна връзка потенциално достига до мозъка твърде късно за подходящи двигателни корекции. Изложеното до тук подчертава необходимостта от задълбочен анализ и конкретни рехабилитационни програми, насочени към запазване и / или възстановяване на мускулната сила на долните крайници, като средство за защита и / или засилване на физическата функция при пациенти с МС.

В допълнение, мускулната сила при пациенти с МС е нарушена в сравнение със здрави лица, особено при извършване на умерени до бързи концентрични контракции. Основните заключения на настоящия преглед доказват, че изокинетичната динамометрия е надеждна методология за оценка на мускулната сила при МС. Внедряването на подходяща методология за оценка на проприоцептивни прагове е необходима за определяне на цялостната картина на КТ потенциала при болните. Остава неясно има ли полови различия в развитието на заболяването, изхождайки от гледна точка на мускулното действие, както и установяват ли се различия в процентното намаляване на силата и силовата асиметрия при различни ъглови позиции за флексори и екстензори при мъже и жени.

III. ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА. РАБОТНА ХИПОТЕЗА

Невролозите и терапевтите препоръчваха на хората с МС да избягват твърде много физическа активност, вярвайки, че това може да влоши състоянието им, да задълбочи умората и други симптоми. През последните години обаче изследванията разкриват, че упражненията всъщност могат да подобрят симптомите на МС с течение на времето. Ползите от упражненията се простират до подобряване на адаптивните възможности на невромускулната система - упражненията могат да помогнат на човек да преодолее определени когнитивни предизвикателства, свързани с МС.

В направени проучвания от последните 10 години се показва значимостта и положителния ефект на резистивните упражнения за сила и мускулна издръжливост при умерено натоварване върху невромускулния контрол и функционалния капацитет при

хора с МС. Следователно преди да се изготвят препоръки относно проектирането и съставянето на подходяща кинезитерапевтична програма е редно да се подходи индивидуално, като за всяко едно лице се разгледат и анализират получените при изследването на силови характеристики, проприоцепция и баланс резултати, базирани на количествени оценки даващи възможност за проследяване.

Обстойното и детайлно изготвяне на литературния обзор установи, че липсват данни в достъпната литература за оценяването на силови характеристики в пълния обем на движение на КС при голям брой ъглови позиции и скорости, както и данни за изменения в проприоцептивната сетивност и динамичен баланс при пациенти с МС.

Работна хипотеза

Хипотезата на настоящото изследване е предположението, че поради естеството на увредата при пациентите с МС се очаква редуциране в изометричната и динамичната сила на колянна става, в баланса и проприоцептивния усет в резултат от нарушения в аксоналния транспорт на различни нива на ЦНС. Изследването и оценката на посочените показатели ще осигури възможност за по-прецизно определяне на кинезитерапевтичния потенциал при болните с МС. Тази възможност изисква внедряване на методология за оценка на силови характеристики, проприоцепция и баланс за подпомагане и изграждане на КТ програма с използването на високотехнологична апаратурна система като изокинетичната динамометрия.

IV. ОБЕКТ, ПРЕДМЕТ, ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ПРОУЧВАНЕТО

Обект на настоящото изследване са силовите характеристики при изометрични и изокинетични контракции на лица с множествена склероза и определянето на проприоцептивния усет за оценка на сила и положение в колянна става, като основание за изясняване на кинезитерапевтичния потенциал и изготвяне на адекватен модел на кинезитерапевтична програма.

Предмет на настоящото изследване са торг-ъгъл криви, торг-скорост криви, времеви характеристики, билатерална и унилатерална асиметрия, проприоцептивни прагове, неврологични тестове и тестове и скали за оценка на баланс.

Направеното проучване има за цел да се оцени и сравни със здрави лица кинезитерапевтичния потенциал на болни от МС, като се прецени тяхната мускулна сила в различни режими на работа и проприоцептивно усещане в долните крайници. Като основен, прецизен и иновативен метод за измерване сме използвали изокинетичната динамометрия в комбинация с различни достъпни диагностични тестове и скали свързани с естеството на неврологичната увреда. Това дава възможност за сравнителна оценка и изчерпателен анализ на диагностичната информативност за състоянието на изследваните лица.

Целта на настоящия труд е да се адаптира и внедри протокол за оценка на статична и динамична сила, индекси за асиметрия и методика за измерване на проприоцепция на мускулите флексори и екстензори на колянна става, на базата на която да се изготви модел за КТ програма за поддържане и съхраняване на кинезитерапевтичния потенциал и

функционалните възможности на болните, базирана на проведените изследвания.

Задачите на научния труд са:

- ✓ Да се подбере контингент от болни и здрави лица и да се запознаят с естеството на изследването, времетраенето, уредите, базата, да тестват динамометъра и да подпишат декларация за информирано съгласие;
- ✓ Да се проучи спецификата и хода на заболяването при отделните пациенти от изследвания контингент;
- ✓ Да се измерят атропометричните показатели на всеки един от изследваните лица с биоимпеданс анализатор, да се оценят неврологичните тестове (Ashworth, Носо-показалечна и стъпално-колянна проба) и да се проведат тестове за оценка на баланса (скала по Берг и Y-ТБ)
- ✓ Да се внедри методология и да се измерят ПЦП за усещане за движение в ставата в два режима на работа (активно и пасивно) и ПЦП за усещане за сила;
- ✓ На базата на получените данни да се оцени състоянието на пациентите и техния КТ потенциал и да се изготви КТ програма с акцент функцията на долните крайници, мускулна сила и проприоцептивна сетивност в различни режими на работа.

V. ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТИНГЕНТ

Експериментите са проведени в Университетския Център за функционални изследвания в спорта и кинезитерапията към ЮЗУ «Н.Рилски» - Благоевград, в началото на 2017 год. В изследването участваха общо 70 човека възраст между 30 и 60 години разделени по пол- мъже и жени. Пациентите страдащи от МС бяха 43-ма, като един мъж беше изключен поради повишена

спастичност при извършване на изометричните контракции, 2 жени поради лошо общо състояние и друг пациент от мъжете впоследствие отказва да участва. Така общият брой на пациентите беше 39 (17 мъже и 22 жени) като всеки един беше с препоръка от лекуващ невролог. Здравите лица бяха 27 (13 мъже и 14 жени). Всеки участник посети два пъти центъра за експерименталната сесия, в рамките на два последователни дни. През първия ден бяха извършени следните дейности: - запознаване с протокола на изследването, физическо усилие, евентуални рискове и дискомфорт, както и ползи, свързани с целта на изследването; след това лицата подписаха декларация за информирано съгласие; - антропометрични измервания с импеданс анализатор Tanita (BMI – индекс на телесна маса, MBF критерий за мастна маса, LBM- критерий за безмастна маса, SLM – критерий за мускулна маса) на гладно сутрин при еднакви указания зададени предварително от предходния ден.; и - предварително поставяне и тестване с изокинетичния динамометър, тъй като всички участници трябва да изпробват и да усетят натоварването и последователността на протоколите. Изследванията на пациентите бяха допълнени с неврологични тестове като: тест за спастичност (Ashworth scale), носо – показалечна проба, колянно – стъпална проба, а от епикризите на пациентите бяха отчетени резултатите по скалата на Kurtzke (EDSS). През втория ден бяха измерени силови характеристики в изометричен режим на флексорите и екстензорите на колянна става с изокинетичен динамометър (Biodex 4 Pro, USA) и при двата крака. Динамометричните измервания на максималния динамичен торг на екстензорите и флексорите на коляното, както и оценката на коефициента за дисбаланс, бяха измерени през втория ден на измерването. Резултатите бяха изразени като

стойности на пиков торг не при доминантен и недоминантен или като увреден или неувреден, а на по-силни и по-слаби екстензори респективно флексори, подобно на Guner et al., (2015). Всъщност, по-слабият крак при пациентите отговаряше на увредения крак.

В периода януари- март 2019 беше проведена серия от експерименти, с която имаме за цел да внедрим методика за оценка на проприоцепция и да определим проприоцептивния усет на коляното при пациенти с МС. Пациентите и здравите лица отново посетиха лабораторията за функционални изследвания в спорта и кинезитерапията, запознаха се с дизайна на изследването, подписаха декларация за информирано съгласие и направиха разгривка на велоергометър. Бяха измерени антропометрични параметри- възраст, височина, тегло, индекс на телесна маса (BMI) и безмастна телесна маса (LBM); беше определена динамичната стабилност и баланса на двата крака при МС и здрави с У - тест за баланс (У-ТБ); беше оценен рискът от падане при пациентите със скала за баланс по Берг (Berg Balance Scale – BBS); бяха измерени усещането за сила като 50% от максималната волева изометрична контракция и усещането за ставна позиция при три ъгъла (20°, 60° и 75°) в активен и пасивен режим на възпроизвеждане и на двата крака.

VI.МЕТОДИЧНИ ПОДХОДИ НА ПРОУЧВАНЕТО

Неврологични тестове за оценка степента на увреда и тестове за равновесие и баланс

Носо-показалечна проба (Шотеков, 2002) - пациентът разперва встрани ръцете си и се приканва да докосне носа си с показалеца на всяка ръка, първо с отворени, а след това и със затворени очи. Наблюдава се дисиметрия (не си улучва носа) и

интенционен тремор, които са белег за нарушения в проприоцепцията и ЦНС.

Колянно-стъпална проба – болният лежи по гръб. Трябва да вдигне високо единия крак и да постави петата върху коляното на другия като след това постепенно да плъзне петата по ръба на тибията. При смутена координация движенията са несигурни с колебания на крака встрани и невъзможност да се уцели коляното.

Модифициран тест на Ashworth за спастичност (Шотеков, 2002). За мускулния тонус съдим по състоянието на тоничния рефлекс на разтягане (миотатичния рефлекс на Шерингтон). За оценка се правят няколко пасивни движения в крайника в пълен обем. Изследва се чрез бавно разтягане на изследваните мускули, което се предизвиква чрез пасивно движение на крайника в съответната става. Преценява се съпротивлението (динамичен тонус), а чрез палпация се дава информация за статичният тонус.

Expanded Disability Status Scale (EDSS) или Kurtzke скала за състояние на увреждане е разработена от д-р Джон Куртски през 50-те години на миналия век за измерване на статуса на увреждане на хората с множествена склероза. Целта е да се създаде обективен подход за количествено определяне на нивото на функциониране, което може да бъде широко използвано от клиницистите, диагностициращи МС. Скалата е модифицирана няколко пъти, за да отразява по-точно нивата на увреждания, наблюдавани клинично.

У тест за баланс- Y-ТБ (Y Balance Test) е надежден инструмент за измерване на динамичен баланс и може да се използва за прогнозиране и настъпване на увреди при наличие на мускулен дисбаланс. Y-ТБ е скринингов инструмент за

динамичен баланс, изискващ баланс на един крак (опорен) стъпил на платформа, докато контралатералният крак избутва друга платформа в предна (антериорна), постеромедиална (ПМ), постолатерална (ПЛ) посока. Уредът разполага с 3 движещи се платформи и една централна, на която стъпва тестувания крак. Има три тръби разграфени в сантиметри, които определят разстоянието в трите посоки. Сумарната оценка (СО) на трите посоки в сантиметри, разделено на три пъти взетата дължина на долен крайник и умножена по 100 се показва коефициента за динамичен баланс.

Скалата за баланс на Берг е разработена през 1989г. за измерване на равновесния баланс при възрастни хора по-късно започва да се прилага и при пациенти със специфични нарушения в равновесието като инсулт, болест на Паркинсон, полиневропатии, множествена склероза и вестибуларни разстройства (Conradsson, 2007, Любенова, 2016). Катрин Берг разработва тази скала, за да оцени функционалното ниво и баланса при различните популации от пациенти. Скалата се състои от 14 въпроса, с оценка от 0 до 4. Всички оценки се събират, за да се достигне резултат от 0 до 56 точки. Повисокият резултат показва по-добър баланс. Елементите за изпълнение се различават по трудност- от седеж на стол до стоеж на един крак. Скалата на Берг отнема около 10-15 min да бъде изпълнена. Необходимите уреди са: стол, хронометър, рулетка, стъпало. За разлика от други тестове за баланс и мобилност, които изискват хората да могат да ходят или да стоят самостоятелно, скалата за баланс на Берг може да се използва при хора със сериозни двигателни дефицити (Титянова, Любенова 2016).

Изокинетична динамометрия при пациенти и здрави лица

Измерванията с изокинетичния динамометър бяха проведени между 8:00 ч. и 14:00 ч. Динамометърът беше калибриран в съответствие с препоръки на производителя преди всяка сесия за тестване. Инструктажа на изследваните лица и работата с динамометъра бяха извършвани от едно и също лице за всички тестове. Бяха направени измервания и на двата крака, с поредност на ъгловите позиции/скоростите и страна на тялото, избрани на случаен принцип. Позиционирането по един и същи начин на всяко изследвано лице е в стандартизирана тестова позиция, като намалява възможността, да въздейства на динамометъра, чрез сили минаващи през съседни опорни точки или участие на други мускулни групи. Беше зададен 100° обем на движение в КС. Бяха измерени силови характеристики на флексорите (*m.biceps femoris*, *m.semitendinosus*, *m.semimembranosus*) и екстензорите (*m. quadriceps femoris*) на колянна става при следните ъглови позиции ($^{\circ}$) в изометричен режим (по 2 повторения) и продължителност 2 s на изометричната контракция: 30, 40, 60, 80, 90 и 105. Почивката между повторенията беше 10s, а между позициите 60s изцяло съобразено с възможностите на пациентите и степента им на увреда.

Динамометричните измервания на максималната изокинетична сила на екстензорите и флексорите на коляното в концентричен режим на работа, проведохме при скоростите ($^{\circ}/s$): 0, 60, 180 и 300, при 2, 3, 7 и 20 повторения съответно и 120s почивка между отделните скорости, с цел елиминиране на умората. Звуков сигнал бележи началото на измерването, след което чрез максимално мускулно усилие на екстензорите в КС, придават

сила на движение на подвижното рамо на динамометъра, което се движи с лимитирана скорост. След достигане на крайния градус от обема на движение (0° , пълна екстензия), следва мускулно усилие, което придава движение на приставката в обратна посока и приключва при достигането на лимитирана флексия от 120° . Протокола започва с най-ниската скорост и завършва с най-високата. Отново звуков сигнал бележи както края на всеки опит, така и края на изследването.

Измерване на проприоцептивени усещания за сила и за ставна позиция

Wang и Sainburg (2004) съобщават, че доминантният крайник използва по-добре информацията за обратна връзка от проприоцепторите. При групата на пациентите бяха измерени и двата крака, а при здравите само доминантния. Преди измерването на праговете, всеки един трябваше да направи разгриване, около 5 min на велоергометър при натоварване около 120 W, при 60 оборота /min изцяло съобразено със състоянието и възможностите на групата на болните. Целта е да се оптимизират вискоеластичните свойства на мускулите, сухожилията и ставите на долните крайници и орзанизмът да се подготви за предстоящото измерване. Проведохме предварително обучение за генериране на субективното усещане за позиция при дадено ниво на екстензия на колянната става, както и възможността визуално да се проследи на графичния интерфейс на монитора и запознаване с т.нар. HOLD бутон на изокинетичния динамометър. Позицията в ТБС и КС бе 90° . При тестовете за възпроизвеждане на позицията на ставата бяха използвани 3 целеви ъгъла – 20° , 60° , 75° екстензия в КС (Stillman et al., 2002; Selfe et al., 2006) като позиции в ставата

свързани с локомоцията и ДЕЖ. Бяха осигурени средства за елиминиране на зрителната перцепция (вързани очи) и беше изключен звука на динамометъра за ограничаване влиянието на останалите сетива, за да може изследваното лице да се концентрира върху усещания свързани с дразнене на проприорецептори. Скоростта на движение на динамометъра беше ниска $0,5^\circ/\text{s}$, което цели да елиминира тежестта на атачмънта и да бъде усреднена при всички изследвани лица. Преминването от активен към пасивен режим на работа е 2 min. При протокола за пасивно движение в ставата динамометъра сам движи крайника, а изследваното лице трябва да натисне бутона при достигане на таргет ъгъла. По време на теста изследваните лица бяха помолени да отпуснат всички мускули доколкото това е възможно.

За оценяването на проприоцептивни прагове за усещане на мускулна сила, чрез възпроизвеждане на 50% пиков торг при изометрична контракция на екстензорите на коляното, спазвахме следния алгоритъм: (1) Измерване на максималния пиков торг в Nm на екстензорите на колянна става при три ъглови позиции 70° , 80° и 90° , по 2 повторения и продължителност на изометричната контракция 3s, за оценяване на ъгъла, в който лицето генерира пиков торг; както е известно, този ъгъл показва различия между индивидите, макар в тесен диапазон; (2) Обучение на изследваното лице чрез 3 опита с отворени очи да възпроизведе 50% от максималната мускулна сила, наречена таргетна като има възможност да следи възпроизведената сила на монитора на динамометъра; следват 3 опита при елиминиране на зрителната (чрез платнени очила) и звуковата (чрез заглушаване на динамометъра) перцепция с вербално подкрепление и насочване; (3) Измерване на

отклоненията от таргетната сила чрез 3 самостоятелни опита за възпроизвеждане, при елиминиране на зрителната и звукова перцепция, без вербално насочване и подкрепление; това е същинското измерване, при което се генерират 3 стойности, които показват доколко възпроизведената сила е близо или далеч от таргетната.

Обработка на данни и статистически подходи

За обработка на експерименталните данни ползвахме следните статистически методи от статистически пакет Prism (Ver.3.0): - дискриптивна статистика за изчисляване на средни аритметични, стандартно отклонение и вариационен коефициент; - регресионен анализ за моделиране на зависимости торг-ъгъл и торг-скорост с полином от четвърта степен; – Mann Whitney тест и Kruskal-Wallis ANOVA тест ($p < 0,05$) за сравнение на средни стойности при две или повече от две извадки, съответно; - корелационни зависимости (Pearson $p < 0,05$).

Определяне на 3 вида грешки (errors), чрез които се описват проприоцептивните прагове: (а) абсолютна грешка (absolute error - AE), която е средно аритметична от отклоненията на трите стойности при опитите за възпроизвеждане на таргет ъгъла/ силата; изчислява се в абсолютни стойности:

$$Er.abs. = \sum_{i=1}^3 |x_i - T| / n$$

, където Т е таргет ъгъла/

силата; (б) постоянна грешка (constant error - CE), която е средно аритметичното на индивидуалните грешки, но не в абсолютни стойности, а с техните знаци (положителни или отрицателни) и

определя доколко трите опита генерират сходни по величина или много различни стойности; изчислява се по формулата:

$$Er.const. = \sum_{i=1}^3 (x_i - T) / n$$

; и (в) променлива грешка (variable error - VE), която се изчислява като стандартното отклонение на

$$Er.var. = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (x_{ij} - M_j)^2}$$

отделните грешки по формулата:

където $i=1, 2, 3$ (броя на измерванията), $j=1, 2 \dots 12$, т.е броя на изследваните лица от дадена извадка, а M е средно аритметичната величина на трите стойности при възпроизвеждане на таргет ъгъла/силата.

Приприоцептивните прагове бяха скалирани като реципрочни стойности превърнати в процент под формата на проприоцептивен индекс за мускулна сила. За тази цел изчислихме проприоцептивния индекс като реципрочна стойност на АЕ в %. Нормите бяха разпределени в петстепенна скала за мъже и за жени, като бяха изчислени следните персентили: P20, P35, P65 и P80, изчислени съгласно следната ранг формула: $P_i = in/100$, където $i = 20, 35, 65$ и 80 и n е броят на лицата в съответната извадка, получената стойност за номера се закръгля до цяло число. Така степените, съгласно по-горе посочените проценти са: слаба, под средна, средна, над средна и висока оценка, съответно. Норми за точност на усещането за сила като степен на проприоцептивен индекс (%) са: много слаб до 6.4; слаб 6.5–9.5; умерен 9.6–13.6; висок 13.7–19.0; много висок над 19.0.

ВІІ. РЕЗУЛТАТИ І АНАЛІЗ

1. Антропометричні данні

Антропометричні данні і параметри на телесна маса на лица с МС са показателі, които имат отношение към следните аспекти, свързани с темата на настоящото проучване: - съществува ли някаква специфика на антропометричния профил на изследваните пациенти при сравнение със здрави лица; и - доколко силовите характеристики и показателі на проприоцептивния усет на мускулните групи на коляното, корелират с антропометричні данні на изследваните пациенти (Таблица 1).

Таблица 1. Антропометричні характеристики на изследваните лица ($\bar{X} \pm SD$) и данні за заболяването при пациентите.

Здрави контроли	МЪЖЕ (n=13)	ЖЕНИ (n=14)
Възраст (години)	45.9 $\pm$ 10.7	48.4 $\pm$ 10.1
Височина (cm)	175.8 $\pm$ 4.7	163.5 $\pm$ 6.5*
Телесна маса (kg)	85.9 $\pm$ 12.4	68.9 $\pm$ 7.5*
Телесни мазнини (Mass of body fat - MBF ; kg)	23.6 $\pm$ 7.3	23.1 $\pm$ 2.9
Телесни мазнини (Mass of body fat - MBF ; %)	26.8 $\pm$ 5.9	32.2 $\pm$ 5.0*
Безмастна телесна маса (Soft lean mass – SLM; kg)	57.4 $\pm$ 5.7	41.9 $\pm$ 4.4*
Безмастна телесна маса (Soft lean mass) на по-силния (stronger) крак – SLM sl (kg)	10.4 $\pm$ 1.1	7.6 $\pm$ 1.4*
Безмастна телесна маса (Soft lean mass) на по-слабия (weaker) крак SLM wl (kg)	10.3 $\pm$ 1.1	7.6 $\pm$ 1.5*
Індекс на телесна маса (Body mass	27.7 $\pm$ 3.2	25.6 $\pm$ 4.0*

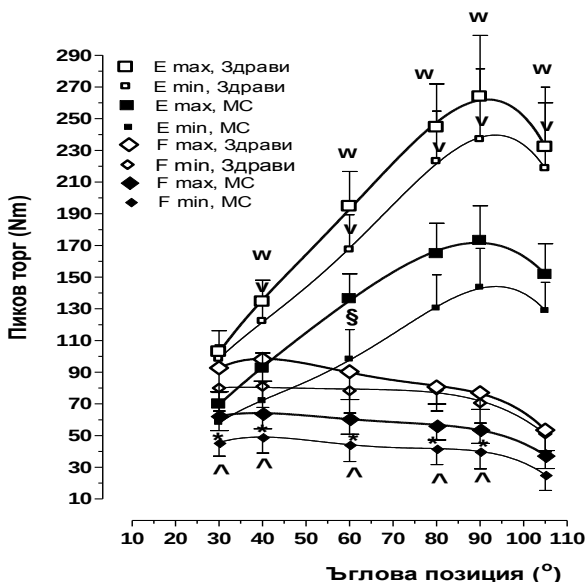
index-BMI, kg/m ²)		
Пациенти с МС	МЪЖЕ (n=17)	ЖЕНИ (n=22)
Възраст (години)	44.2 ± 6.9	44.6 ± 9.8
Височина (cm)	175.7 ± 8.3	163.8 ± 6.5*
Телесна маса (kg)	78.2 ± 16.8	62.9 ± 17.5*
Телесни мазнини (Mass of body fat - MBF ; kg)	19.6 ± 9.5	19.6 ± 11.5
Телесни мазнини (Mass of body fat - MBF ; %)	23.5 ± 7.6 [#]	28.6 ± 8.1* #
Безмастна телесна маса (Soft lean mass – SLM; kg)	54.1 ± 8.1	40.1 ± 6.0*
Безмастна телесна маса (Soft lean mass) на по-силния (stronger) крак – SLM sl (kg)	9.7 ± 1.6	7.2 ± 1.2*
Безмастна телесна маса (Soft lean mass) на по-слабия (weaker) крак SLM wl (kg)	9.7 ± 1.6	7.3 ± 1.2*
Индекс на телесна маса (Body mass index-BMI,kg/m ²)	25.3 ± 5.0 [#]	23.5 ± 6.3* [#]
Пристъпно-ремитентна форма на МС (%)	100	100
Време на възникване на заболяването (години)	12.2 ± 8.5	13.4 ± 8.5
Разширена скала за оценка на инвалидния статус (EDSS; по Kurtzke)	2.6 ± 0.7	2.8 ± 1.1
Скала за баланс по Berg (Berg Balance Scale , BBS)	49.7 ± 5.7	48.8 ± 6.2
Скала за спастичност по Ashworth (условни единици)	2.4 ± 0.6	1.6 ± 1.1

Означения: МС – множествена склероза; EDSS - скала за статут за увреждане по Kurtzke; *Статистически значима разлика ($p < 0,05$) в сравнение с мъжете; # Статистически значима разлика ($p < 0,05$), в сравнение със здравите жени и мъже (Mann Whitney test, $p < 0.05$).

От получените данни и направените статистически анализи става ясно, че не се наблюдават статистически достоверни различия между антропометричните показатели на здравите и пациентите с МС, както при мъжете така и при жените, с изключение на статистически достоверно по-ниските стойности на BMI при жените с МС, в сравнение със здравите жени. Обаче, съществува тенденция за по-високи стойности при здравите в сравнение с МС лицата при почти всички показатели както при мъжете, така и при жените. При сравнението на средните стойности между антропометричните показатели на мъже и жени при пациентите с МС беше установено: - няма различия по отношение на възраст, MBF в kg, и BMI, а също и по отношение на показателите давност на заболяването и Kurtzke EDSS; по-високи стойности при мъжете по отношение на ръста, телесна маса, SLM, SLM по отношение на по-силния и по-слабия крак, което показва наличието на повече мускулна маса в областта на долните крайници в сравнение с тази на жените с МС. Анализът на антропометричните данни между здрави и пациенти с МС, е предпоставка да смятаме, че евентуални различия в силовите характеристики на мускулите, проприоцептивния усет на колянна става и нарушенията в баланса биха се дължали на патологични изменения характерни за това заболяване. От друга страна с анализа става ясно, че групата от изследвани лица (здрави и болни) е хомогенна и дефинирането на настъпилите болестни изменения би било по-детайлно и точно. Правилното определяне на кинезитерапевтичния потенциал при болните, въз основа на антропометричните им показатели би било изключително важно за изготвянето на подходящ комплекс по КТ и задаването на подходяща дозировка и натоварване.

2. Силов профил при изометрични контракции

Изометричната сила на мускулите на долен крайник , и най-вече на колянна става са свързани с възможността за изправен стоеж и равновесие. При пациентите с МС тези функции са засегнати в различна степен. Липсата на достатъчно информация и данни в достъпната литература провокира у нас интерес за измерването на изометричния пиков торг в целия обем на движение при различна дължина на мукулите на КС. Това би дало яснота за дефицита на силата при тези пациенти (мъже и жени), както и изготвянето на по-прецизни програми при конкретни ъглови позиции на ставата. От друга страна засилването на мускулатурата на долен крайник и подобряването на изометричната сила би довело до укрепване на постуралния контрол, баланса, цялостната функция на крайника и забавяне нивото на инвалидност.



Фигура 1. Торг-ъгъл криви при изометрични контракции на екстензори и флексори на колянна става - мъже.

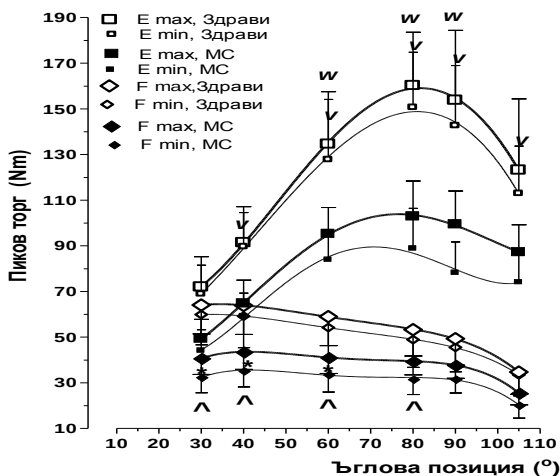
Означения: ^wСтатистически значимо повишаване на силата в сравнение със стойностите на по-силните екстензори при пациентите; ^vСтатистически значимо повишаване на силата в сравнение със стойностите на по-слабите екстензори при пациентите; ^s Статистически значимо намаляване на силата в сравнение със стойностите на по-силните екстензори при пациентите; ^{*}Статистически значимо намаляване на силата в сравнение със стойностите на по-силните флексори на здравите; [^]Статистически значимо намаляване на силата в сравнение със стойностите на по-слабите флексори на здравите; Emax и Emin – по-силни и по-слаби екстензори, съответно; Fmax и Fmin - по-силни и по-слаби флексори, съответно; Точките при различните ъглови позиции, под формата на празни геометрични фигури, се отнасят до здравите лица, а под формата на пълни геометрични фигури – до пациентите с MC.

Като средни стойности, ъгълът на пиковия торг на **екстензорите на мъжете** беше максимален при 90° и генерираният торг възлизаше на $96.2 \pm 2.6\%$ и 264 ± 64 Nm при по-силния крак и $95.7 \pm 5.6\%$ и 237 ± 73 Nm при по-слабия. Като средни стойности ъгълът на пиковия торг при пациентите беше максимален при 90° и генерираният торг възлизаше на $95.6 \pm 7.8\%$ и 173 ± 43 Nm при по-силния крак и $95.3 \pm 8.0\%$ и 143 ± 48 Nm съответно, при по-слабия (*Фигура 1*). Различията в максималния торг между силните и слабите екстензори не са статистически достоверни в целия измерван диапазон при здравите контроли и при пациентите, с изключение на позиция 60° при лицата с МС (ANOVA, Kruskal-Wallis).

Изследвайки силата в различните ъглови позиции на КС, установихме, че при мъжете максималния пиков торг и при групата на здравите и при пациентите беше на 90°, като силата се редуцира с близо 40% при по-увредения крак. Намаляването на силата в целия ОД и най-вече при 60° е предпоставка за влошена походка при групата на мъжете с МС.

Като средни стойности ъгълът на пиковия торг при **флексорите** на здравите беше максимален при 40°, и генерираният торг възлизаше на $94.5 \pm 9.2\%$ и 98 ± 23 Nm при по-силния крак и $90.8 \pm 9.1\%$ и 82 ± 22 Nm, съответно при по-слабия. Като средни стойности ъгълът на пиковия торг при пациентите беше максимален при 40°, и генерираният торг възлизаше на $92.8 \pm 12.9\%$ и 64 ± 19 Nm при по-малко увредения крак и $88.8 \pm 14.0\%$ и 49 ± 19 Nm при по-увредения. . Понижението при болните е около 30% при 90° и 35% при 40°. Флексорите на по-увредения крак при всички позиции при здравите са по-силни от болните с изключение на 105°. Понижението при болните е около 40% при 40° и около 50% при

80° (Фигура 1). Слабостта на флексорите и понижението в силата показва наличие на спастика характерна за това заболяване и потвърдена с проведения тест за спастичност на Ashworth по-изразена при мъжете с МС.



Фигура 2. Торг-ъгъл криви при изометрични контракции на екстензори и флексори на колянна става - жени

Означения: ^wСтатистически значимо повишаване на силата в сравнение със стойностите на по-силните екстензори при пациентите; ^vСтатистически значимо повишаване на силата в сравнение със стойностите на по-слабите екстензори при пациентите; ^s Статистически значимо намаляване на силата в сравнение със стойностите на по-силните екстензори при пациентите; *Статистически значимо намаляване на силата в сравнение със стойностите на по-силните флексори на здравите; ^Статистически значимо намаляване на силата в сравнение със стойностите на по-слабите флексори на здравите; Emax и Emin – по-силни и по-слаби екстензори, съответно; Fmax и Fmin - по-силни и по-слаби флексори, съответно; Точките при различните ъглови позиции, под формата на празни геометрични фигури, се отнасят до здравите лица, а под формата на пълни геометрични фигури – до пациентите с МС.

Като средни стойности ъгълът на пиковия торг при **екстензорите на жените** беше при 80°, и генерираният торг възлизаше на $94.0 \pm 8.6 \%$ и $160 \pm 40 \text{ Nm}$ при по-силния крак и $94.5 \pm 6.6 \%$ и $151 \pm 42 \text{ Nm}$, при по-слабия (*Фигура 2*). Като средни стойности ъгълът на пиковия торг при екстензорите на двата крака при пациентките беше при 80°, а генерираият торг възлизаше на $103 \pm 35 \text{ Nm}$ при по-силния крак на пациентите, а при по-слабия $89 \pm 40 \text{ Nm}$. Беше установено статистически достоверно понижение ($p < 0.05$) на максималния торг на екстензорите на коляното на по-силния крак при жените с МС в сравнение с по-силния крак на здравите контроли при ъглови позиции 60°, 80° и 90°. Понижението беше с 29% при 60° и с 36% при 80 и 90°. При сравнението на торга на екстензорите на по-слабия крак между контролите и жените с МС се доказва, достоверно понижение с 34 до 48 % при пациентите, което се наблюдава при всички ъглови позиции с изключение на 30°, където тези мускули са най-къси. При мъжете пиковият торг беше измерен при 90°, а при жените се генерираше при 80°, което е характерно както за здравите, така и за пациентите. Тези резултати доказват необходимостта от разделяне по пол на изследвания контингент.

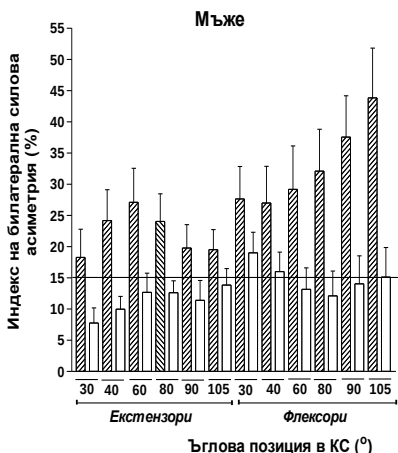
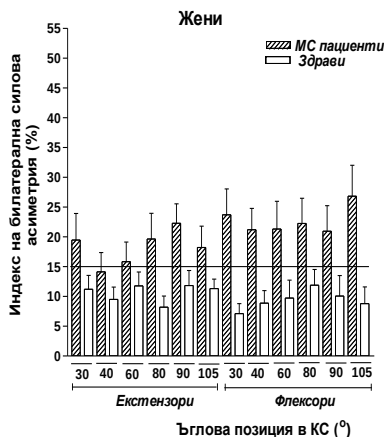
Като средни стойности, ъгълът на пиковия торг при **флексорите на здравите жени** беше при 30°, и генерираният торг възлизаше на $96.0 \pm 8.3\%$ и $64 \pm 23 \text{ Nm}$ при по-силния крак и $95.9 \pm 6.6\%$ и $60 \pm 23 \text{ Nm}$, съответно при по-слабия. Като средни стойности ъгълът на пиковия торг при флексорите на пациентите беше максимален при 40°, и генерираният торг възлизаше на $89.3 \pm 15.7 \%$ и $44 \pm 17 \text{ Nm}$ при по-силния крак и $88.7 \pm 15.7 \%$ и $35 \pm 16 \text{ Nm}$, съответно при по-слабия. Максималната изометрична сила на екстензорите при жените с

МС, се генерира при 80° и е редуцирана с 40% при по-увредения крак и 35 % при по-малко увредения крак, в сравнение със здрави; относно флексорите максималния измерен торг при здравите жени е измерен при 30° , а при пациентките е при 40° , като намаляването на силата е около 30% за по-малко увредения крак и 40% за по-увредения. Пиковият торг на екстензорите и при двата крака на мъжете е по-висок в сравнение с този на жените с МС; що се касае до флексорите при по-увредения крак, няма разлика между силата при мъжете и жените, което показва, че при тях понижението на силата е най-манифестирано и дефицитите са най-големи; в разработването на КТ комплекса трябва да залегнат специализирани и целенасочени упражнения за подобряване силата на флексорите и най-вече що се касае до мъжете с МС.

Билатерална асиметрия

Известно е, че пациентите с МС имат по-малко засегната и по-засегната страна на тялото, което води до различни видове асиметрии, от които силовата асиметрия е основна и може да бъде критерий за състоянието на баланса и походката, скелетно-мускулната активност, кинезитерапевтичния потенциал, потенциала за натоварване на крайниците в ДЕЖ и пр.

Средните стойности на индекса за билатерална асиметрия при здравите мъже и жени бяха под 15% (Lockie, 2012), с изключение на позиция 30° при флексорите на мъжете; обаче, средните стойностите на индекса за билатерална асиметрия при пациентите бяха над нормата от 15%, с изключение на позиция 40° при екстензорите на жените (*Фигура 3*):

А**Б**

Фигура 3. Сравнително представяне на билатерална силова асиметрия при здрави и пациенти с МС на флексори и екстензори при шест ъглови позиции при мъже - А и при жени - Б жени. Хоризонталната линия отразява стойности на индекса (в %), при които асиметрията между двата крака при двете мускулни групи е в норма.

- при мъжете с МС индексът за билатерална асиметрия беше значително по-висок от този при жените при двете мускулни групи; и - най-високи стойности на индекса на билатерална асиметрия се наблюдават при флексорите на мъжете с МС, като при ъглова позиция 105° той възлизаше на около 45%, докато при жените беше около 25%.

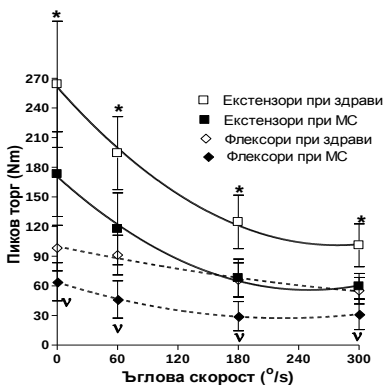
Тези резултати показват, че степента на силова билатерална асиметрия при изометрични контракции: - е индикатор за постуралната стабилност на пациентите и важен фактор за потенциала и за рисковете при изпълнение на ДЕЖ; - е по-манифестирана при мъжете с МС, в сравнение с жените.

Корелационните зависимости между силата на флексори и екстензори и антропометричните параметри показват характерни полови различия, които ни дават основание да смятаме, че разграничаването на контингента на мъже и жени е изключително важно. С възрастта при жените силата намалява значително, като това е характерно както за здравите, така и за пациентките с МС; корелациите на силата с EDSS оценката по Kurtzke показват, че с напредване на заболяването силата значително се редуцира, което се отнася както за мъжете, така и за жените и за двете мускулни групи.

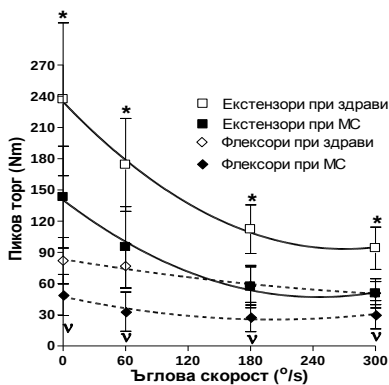
3. Силов профил при изокинетични контракции

Зависимостта торг-скорост характеризира поведението на мускулните групи при различни скорости и дава по-цялостна картина на възможностите на скелетно-мускулната система. Зависимостта е моделирана при 4 скорости, в диапазона от 0-300°/s при флексорите и екстензорите на коляното, с полином от четвърта степен (Milanov, 2018). Получените криви, както при изследваните мъже (*Фигура 4*), така и при изследваните жени (*Фигура 5*) с МС, представени в сравнение със здрави лица, показаха следните тенденции:

А



Б



Фигура 4. Торгов-скорост криви в изокинетичен режим на работа на А) по-силни екстензори и флексори и Б) по-слаби екстензори и флексори при мъже

Означения: ^vСтатистически значимо понижаване на силата на флексорите в сравнение със стойностите при здравите лица и при трите скорости; *Статистически значимо повишаване на силата на екстензорите в сравнение със стойностите на пациентите и при трите изследвани скорости (ANOVA, $p < 0,05$);

(1) характерът на зависимостите в целия диапазон от ъглови скорости беше сходен с този при здравите лица и отразява основна биомеханична зависимост между въртящ момент и скорост, т.е. с увеличаване на ъгловата скорост в ставата, силата на съответните мускулни групи намалява;

(2) наблюдаваше се статистически достоверно понижение ($p < 0,05$) на пиковия торг при двете групи пациенти- мъже и жени, в сравнение със здравите лица при всички скорости, което се отнасяше за двете мускулни групи и за двата изследвани крайника (по-увреден и по-малко увреден); степента на понижение на силата, беше между 41 % при най-високата

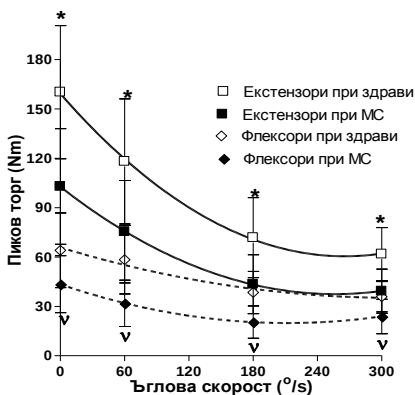
скорост и 53 % - при най-ниската скорост при екстензорите и между 22 и 36% съответно, при флексорите при мъжете;

(3) разликата между екстензорите на по-силния и по-слабия крак при мъжете е 25%, докато за флексорите е около 30%. При жените не се наблюдават такива процентни различия между двата крака, което потвърждава, че мъжете са по-засегнати от заболяването. (*Фигура 5*).

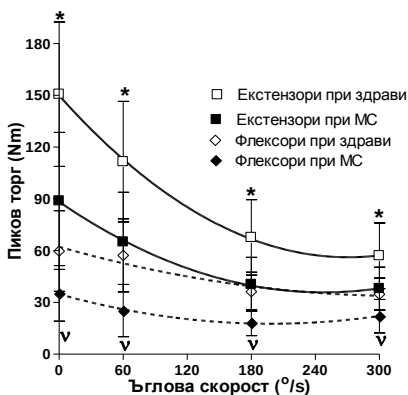
(4) при скорост $180^{\circ}/s$ се наблюдаваше известно „пропадане“ в стойностите на пиковия торг, което беше най-манифестирано при по-увредения крак на мъжете (*Фигура 4 Б*). Следователно, една умерена скорост на натоварване като $180^{\circ}/s$ е по-трудна за постигане при някои пациенти, докато техните стойности за пиков торг при $300^{\circ}/s$, могат да бъдат по-високи, което нарушава характера на кривата при отделни индивиди (Евтимова и др., 2017). Данните показват, че с увеличаване на скоростта силата не пада, както е характерно за здравите хора, а дори се покачва, което е признак за спастичност и нарушена реципрочна инхибиция.

Установено е, че кривата на торга при изледвания на пациенти с МС е графичен показател за промени в реципрочното инервационно време като диагностичен критерий. То представлява времеви интервал между края на контракцията на агонистите (екстензорите на коляното например) и началото на съкращението на антагонистите – флексорите на коляното.

А



Б



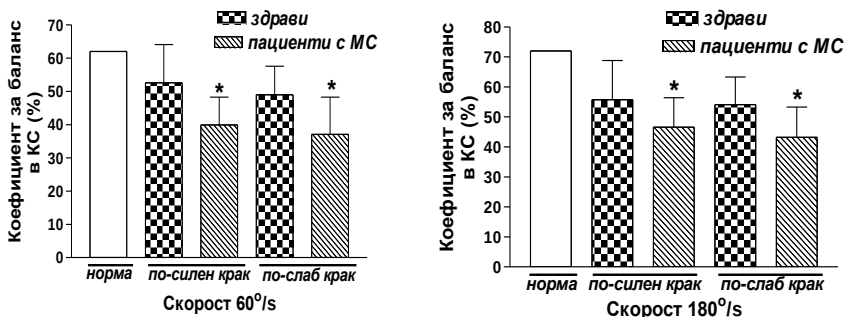
Фигура 5. Торг-скорост криви в изокинетичен режим на работа на А) по-силни екстензори и флексори и Б) по-слаби екстензори и флексори при жени.

Означения: ^vСтатистически значимо понижаване на силата на флексорите в сравнение със стойностите при здравите лица и при трите скорости; *Статистически значимо повишаване на силата на екстензорите в сравнение със стойностите на пациентите и при трите изследвани скорости (ANOVA, $p < 0.05$);

Унилатералната асиметрия показва процентното съотношение на силата на екстензорите спрямо тази на флексорите. Тя представя действието на антагонистите в една става и е критерий за предпоставка на вътреставни травми и увреди настъпващи вследствие на неправилно натоварване.

Известно е, че флексорите на коляното са физиологично по-слаби от екстензорите, поради което отношението на въртящия момент между флексори и екстензори в колянната става, ще бъде по-малко от 100 % при здрави хора. При жените с МС беше установен по-голям дисбаланс ($p < 0.05$) и при двата крака, респективно по-ниски стойности на коефициента между

флексорите и екстензорите в КС при 60°/s и 180°/s (**Фигура 6**), което показва, че те са по-податливи към вътреставни и лигаментарни увреди, за разлика от мъжете с МС; при тях тези нарушения са характерни само за по-увредения крак.



Фигура 6. Сравнително представяне на коефициент за баланс (%) в колянна става като критерий за унилатерална силова асиметрия при здрави и пациенти с МС жени; * Означения: МС – множествена склероза; КС – колянна става; * Статистически достоверна разлика спрямо здравите лица при по-силен и по-слаб крак при скорости 60°/s и при 180°/s (Man Withney, $p < 0,05$).

Времеви характеристики при динамично натоварване

Времевите показатели, директно корелират със степента на нарушения в двигателния контрол са: - времето за достигане на максимална сила (time to peak torque - TPT) (Bernard et al., 2012), което е индикатор за функционалната способност на мускула да генерира бързо максимална сила; - време за акселерация (acceleration time - AT) – времето необходимо за достигане на изокинетична скорост; този показател е индикатор за реактивността на нервно-мускулната система да инициира движение на крайниците в началния момент от обема на движение в ставата; - време за деселерация (deceleration time -

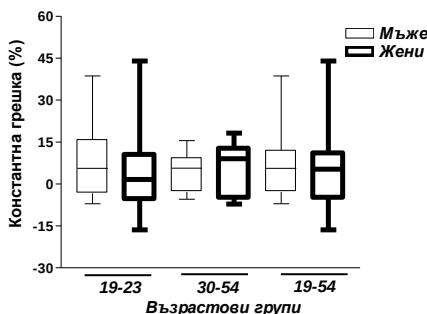
DT) – времето необходимо на нервно-мускулния апарат за преминаване от изокинетична скорост до нулева скорост; този времеви показател е индикатор за реактивността на нервно-мускулната система да контролира ексцентричната фаза в крайния сектор на обема на движение в ставата.

Бяха установени съществени различия върху времевите показатели между пациенти и здрави лица; времето за достигане на пиков торг беше достоверно повишено ($p < 0,05$) само при флексорите, както при мъжете, така и при жените от групата на болните и при трите измерени скорости; процента на това повишение, което е критерий за нарушения в моторния контрол при мъжете беше 53%, а при жените 29,5%; представени са доказателства, че при флексорите на коляното забавянето на времето за достигане на максимална сила, като критерий за нарушения в невроналния контрол на движението в колянната става, е значително по-манифестирано при мъжете, в сравнение с това при жените; при екстензорите и флексорите на по-слабия крак и при жените и мъжете при скорост $180^\circ/\text{sec}$ и $300^\circ/\text{sec}$ се наблюдават статистически достоверни различия, което потвърждава по-значителни моторни нарушения касаещи реактивността на нервно-мускулната система; по отношение на времевия параметър DT (време за спиране), който е критерий за нервно-мускулния ексцентричен контрол на движенията, бе установено, че той не се различава от стойностите при здравите лица при двата крака, при всички измерени скорости и при двете мускулни групи, както при жените, така и при мъжете; това ни дава основание за разработване на КТ комплекси в ексцентричен режим на работа с оглед на съхранените възможности на пациентите.

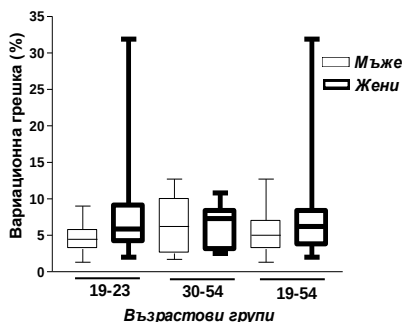
4. Измерване и оценка на проприоцептивно усещане за сила при здрави лица

В настоящото проучване, изследването на проприоцептивната сетивност е важен подход за установяване на състоянието на лица с и без дефицити.

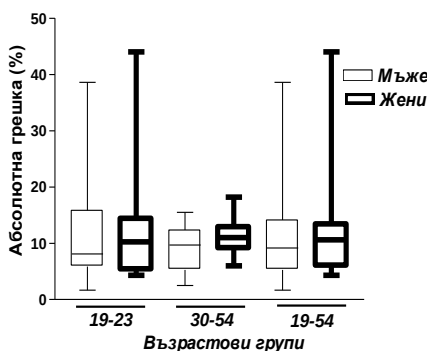
А



Б



В



Фигура 7. Усещане за сила при мъже и жени за всички възрастови групи, представено като (%): - константна грешка – **А**; променлива грешка - **Б**; и – абсолютна грешка - **В**.

Поради липса на методични подходи и ясна формулировка на показатели, важна цел на изследването беше внедряване на методика за определяне на праг за усещане за сила (УС) при здрави лица. За сравнителни изследвания между

зdravi лица и пациенти, беше необходимо измерванията с първите, да бъдат проведени при мъже и жени от сходни, с възрастта на пациентите, групи. От обработката на данните на здравите лица става ясно, че (*Фигура 7*) :

а) мъжете са по-точни в изпълнението на възпроизвеждане на таргет сила в сравнение с жените, особено във възрастовия диапазон 30-54 години;

б) с напредване на възрастта варирането при възпроизвеждането на целевата сила при мъжете и жените се подобрява в сравнение с резултатите при младата група, но точността в изпълнението най-вече при жените се влошава;

в) процентът на жените с висока и много висока точност на УС във възрастовата група 30-54 години е два пъти по-нисък от този на мъжете;

г) при мъжете се запазва високата точност до 54 години, докато при жените с напредване на възрастта се проявяват дефицити при необходимостта от възпроизвеждане на целева сила;

д) информацията за проприоцептивния усет при здрави хора показва нарушения в скоростта на нервната проводимост, която с възрастта намалява с около 34% и по този начин прави вретеното по-малко чувствително към стимули.

е) необходимо е да се прецени ролята на пола и възрастта за УС на коляното при здрави, тъй като на база на получените резултати и изготвените скали ще бъде оценено състоянието на пациентите.

5. Проприоцептивни прагове при МС

Усещане за сила при пациенти с множествена склероза

Признак за нарушения на проприоцепцията и баланса при МС са загубата на равновесие и честите падания. Забавената проприоцептивна проводимост при хората с МС е свързана с намалена постурална стабилност (Cameron et al., 2008). Поради бавната спинална соматосензорна проводимост е вероятно те да имат забавена и / или неправилна проприоцептивна обратна връзка при постуралните движения и по този начин компенсаторните постурални корекции са закъснели, неправилни или липсват. Тези изменения са свързани с множество неблагоприятни резултати, включително падания, наранявания, намалена активност и смъртност (Zwibel, 2009; Sutliff, 2010). Липсата на статистически достоверни различия предполагат (**Таблица 2**), че: - механизмите на двигателен контрол на мускулния тонус на различните нива на регулация от ЦНС, не са повлияни съществено при пристъпно-ремитентния ход на болестта; и – наблюдаваните вариации между групата на здравите и пациентите са резултат от многообразието в соматотипа и мускулната архитектура.

Таблица 2. Стойности ($\bar{X} \pm SD$; %) на константна грешка (CE), вариационна грешка (VE) и абсолютната грешка (AE), като критерии за оценка на усещането за сила в колянна става при здрави лица и пациенти с МС, мъже и жени.

Тип грешка (%)	Здрави лица		Пациенти с МС (по- малко увреден крак)		Пациенти с МС (по- увреден крак)	
	МЪЖЕ	ЖЕНИ	МЪЖЕ	ЖЕНИ	МЪЖЕ	ЖЕНИ
CE	4.3±6.6	5.0±9.2	-1.3±7.3	0.6±7.1	0.2±9.9	5.0±8.6
VE	6.2±3.9	7.2±3.9	5.6±1.8	7.3±5.0	4.8±3.4	5.7±3.5
AE	8.9±4.1	10.3±4.4	8.7±3.8	9.1±5.2	7.1±3.8	8.4±3.1

От анализа на получените резултати върху усещането за сила на колянна става стана ясно, че:

а) изометричното усещане за сила по време на упражняване на дозирано напрежение (без зрителен контрол) е подобен и при двете групи. Невроналното възбуждане, стратегията в ангажиране на мускулните влакна, независимо от пола и наличието на заболяване, показва приблизително сходни стойности.

б) резултатите ни дават основание да предположим, че освен добре съхранени проприорецептори, пациентите с пристъпно-ремитентна форма на болестта имат и добра аферентна и еферентна сигнализация, както и добре съхранено усещане за прецизиране и възпроизвеждане на сила. Това позволява прилагането на разнообразни КТ програми за генериране, преодоляване и възпроизвеждане на сила в различни режими на работа.

в) скалирането на проприоцептивното УС при здрави, чрез въвеждането на ПЦИ и скала за степенуване на усета, дават добра основа за количественото представяне на проприоцептивното УС, но при пациентите е по-подходящо сравнението в стойностите между по-увредения и по-малко увредения крак, както и сравненията на състоянието им преди и след прилагането на специализирана КТ методика.

Усещане за ставна позиция при активен и пасивен режим на работа

Най-прилаганата техника за тестване и оценка на проприоцепция е усещането за ставна позиция (УСП), позната също като възпроизвеждане на целеви ъгъл чрез използване на изокинетичен динамометър. Статистически достоверната

разлика между мъже и жени с МС бе установена отново при позиция на КС – 60° активно възпроизвеждане на тергетния ъгъл при по-увредения крак (*Таблица 3*).

Таблица 3. Стойности на абсолютната грешка ($\bar{X} \pm SD$) като критерии за оценка на усещането за ставна позиция на коляното при здрави и пациенти с МС, мъже и жени, при целеви позиции (°): 20, 60 и 75.

ЦЕЛЕВИ ЪГЪЛ	Здрави лица		Пациенти с МС (по- малко увреден крак)		Пациенти с МС (по увреден крак)	
При активно възпроизвеждане на ставния ъгъл						
	МЪЖЕ	ЖЕНИ	МЪЖЕ	ЖЕНИ	МЪЖЕ	ЖЕНИ
20°	2.4±0.9	1.6±0.8	2.3±1.3	3±2.8*	2.7±1.5	3.4±1.8*
60°	2.4±1.2	2.9±1.1	2.5±2.2	3.2±2.3	4.5±2.1*	3.4±2.3 [#]
75°	2.2±1.2	2.3±1.0	4.2±3.9*	2.9±2.1	2.5±1.4	3.8±2.8
При пасивно възпроизвеждане на ставния ъгъл						
	МЪЖЕ	ЖЕНИ	МЪЖЕ	ЖЕНИ	МЪЖЕ	ЖЕНИ
20°	3.5±2.3	3.1±1.1	2.7±1.2	3.7±1.4	2.4±1.5	3.9±3.0
60°	2.3±1.7	1.6±0.9	2.5±0.9	2.9±1.7*	2.4±1.2	3.6±1.9*
75°	1.8±0.7	1.7±0.7	2.2±0.8	2.3±1.1	2±0.8	2.6±1.5*

Получените резултати и анализът на данните от измерването на усещане за ставна позиция при здрави и пациенти с МС показат:

а) мъжете с МС имат по-манифестирани нарушения , които се доказват от достоверните различия спрямо здравите лица при 60° и 75° активно възпроизвеждане на ставния ъгъл най-вече при по-увредения крак при УСП.

б) преобладаващите отрицателни стойности на СЕ при активен режим на тестване на УСП, както и по-големите

стойности на АЕ при мъжете с МС в сравнение с жените най-вече при 60° показват нарушения в коконтракцията на флексорите, които допринасят за повишаване на стабилността при екстензиране на КС.

в) при вариационната или променливата грешка (VE), която определя прецизността на изпълнение на задачата отклонения спрямо здравите лица има само при жените с МС спрямо здравите, което се дължи на физиологичните и биомеханични различия между половете. Жените имат по-големи отклонения, което ги прави по-податливи на травми и наранявания, спрямо мъжете, и въпреки заболяването се запазват някои характерни за пола различия описани и от други автори.

г) установени са полови различия при активното и пасивно възпроизвеждане на таргетния ъгъл при пациентите най-вероятно свързани с моторния контрол при двата пола, като жените с МС изпитват затруднения при пасивен режим, а мъжете при активен режим на възпроизвеждане на целевия ъгъл.

д) статистически достоверната разлика между мъже и жени с МС бе установена отново при позиция на КС – 60° активно възпроизвеждане на таргетния ъгъл при по-увредения крак, което показва по-изразените дефицити при мъжете в тази ъглова позиция.

Основните проприорецептори, участващи в усещането за ставна позиция и усещането за сила са мускулните вретена (Li et al., 2016). Това ни дава основание да смятаме, че би могло да има връзка между тези два аспекта на проприоцепцията. Търсенето на зависимости между двете усещания като проприоцептивни модалности ще ни даде по-ясна представа за евентуални различия както между здрави и пациенти, така и

между мъже и жени. В литературата тези изследвания се прилагат, за да се оцени мускулното коактивиране, което дава информация за нервномускулната координация на мускулните групи, действащи в определена става (Harmaciński et al., 2016).

Установените корелации показват, че при пациентите с МС усещането за ставна позиция зависи от усещането за сила и то най-вече при ставен ъгъл 20° и 75° , докато при 60° тази закономерност липсва. Това най-вероятно се дължи на спецификата на усещането и генерирането на сила при тази позиция, което за пациентите с МС е трудно изпълнимо. От друга страна отрицателните корелации между УС и пасивно възпроизвеждане на УСП както при мъжете, така и при жените с МС при 20° и 75° съответно показват, че с увеличаване на усещането за сила намалява усещането за ставна позиция, съответно се увеличават стойностите на АЕ. Това още веднъж показва спецификите при пасивното и активно възпроизвеждане на целевия ъгъл.

Връзката между УС и УСП показва необходимостта от целенасочени упражнения не само за мускулите двигатели, но и такива ориантирани към подобряване функцията на мускулите стабилизатори и антагонистите в колянната става при извършване на движения в различни режими на работа.

Динамичен баланс – Y тест за баланс и скала за баланс по Берг

Двигателният контрол, запазването на позата и равновесието в покой и при натоварване е обект на продължителен период в онтогенезата на човека, защото той има малка опорна площ и високо разположен общ център на тежестта. Хората с мускулно-скелетни дисфункции на долните

крайници често показват нарушен баланс. При пациенти с невронални нарушения, обаче освен тези съображения има и допълнителни клинични, отнасящи се до функционирането на малкия мозък. Балансът, известен още като „постурален контрол“, може да бъде определен статично като способността да се поддържа определена позиция и динамично като способността да се изпълни определена задача и едновременно с това се поддържа стабилна позиция (Lee et al., 2015) при нискоамплитудни постурални колебания. Нарушенията на локомоцията и баланса са отличителен белег на множествената склероза, засягаща почти половината от пациентите и води до намалена активност, падания, наранявания и липса на самостоятелни ДЕЖ. Нарастващ брой публикации (Grigorova et al., 2001; Soyuer et al., 2006; Chung et al., 2008) предполагат, че нарушенията на баланса при хора с лека форма на МС (EDSS <3.5) са предимно резултат от дефицит на проприоцепцията, нистагъма и световъртежите при пациентите. Всичко това в комбинация с мускулна слабост, силно изразена асиметрия и спастичност повлияват негативно върху баланса при МС. Soyuer et al. (2006) установяват зависимост между формата на протичане на МС и баланса, като доказват, че прогресивните форми са изложени на по-голям риск от падане и нарушения в баланса в сравнение с пристъпно – ремитентните. Необходимо е по-добро разбиране на патофизиологията на нарушенията на баланса при МС, за да се разработят базирани на доказателства подходи за кинезитерапия.

Разликата на СО (%) при мъжете с МС е 16.3% за по-малко увредения крак и 20.6% за увредения в сравнение със здравите по отношение доминантен-недоминантен, а при жените е 15.2% и 16.7% съответно, което показва съществен дисбаланс

при групата на пациентите и предпоставки за нарушения в постуралния контрол. Не се наблюдават статистически достоверни различия между мъжете и жените с МС относно този показател. Няма статистически достоверни различия и между увреден и по-малко увреден крак при групата на МС, което показва, че трудно можем да разграничим по-увреден и по-малко увреден крак при пациентите с пристъпно-ремитентна форма и че това, което те субективно съобщават като наличие на увреда, не е критерии за функционалното състояние на долните крайници. От друга страна Plisky et al. (2006) съобщават, че асиметрията на ляв и десен крак в предна посока по-голяма от 4 cm по време на Y-ТБ, показва кои лица са изложени на риск от настъпване на увреди на долните крайници. Като разлики между десен и ляв крак > 3 cm при мъжете и $> 1,2$ cm при жените са извън нормалните разлики в предната посока (Alnahdi et al., 2015). При нашата изследвана група беше установено, че при мъжете с МС са 3.5cm, а при жените са 2.6cm. Lee et al., (2015) съобщават, че постериорната-медиална и постериорната-латерална посока на движение по време на избутването, корелират с обема на движение при абдукция и екстензия в ТБС и силата на флексорите в КС. Най-съществени различия спрямо здравите лица се наблюдават именно при тези две посоки, като разликите са между 15-20cm. От тези резултати следва, че и при двете групи има голям риск от нарушения в динамичната стабилност, което генерира рискове от травми.

Резултатите от скалата за баланс по Берг – Berg Balance Scale (BBS) при МС са 49.7 ± 5.7 за мъжете и 48.8 ± 6.2 при жените, което показва, че рискът от падане е нисък както при едните, така и при другите (41-56 = нисък риск от падане), като между двете групи не се наблюдават статистически достоверни

различия ($p < 0.05$). Докато BBS оценява субективно качеството на изпълнение на поставената задача чрез числена скала, Y-TB разстоянието се измерва на база на количествена оценка и коефициент от няколко параметъра, което ни дава по-ясна представа за реалното състояние на изследваните лица. В допълнение, предимство на Y-TB е неговата широка и достъпна приложимост като едновременно се извършва както функционално тестване и проследяване на състоянието, така и тренировка и терапия за баланс.

VIII. МОДЕЛ НА КИНЕЗИТЕРАПЕВТИЧНА ПРОГРАМА С ИЗОКИНЕТИЧЕН ДИНАМОМЕТЪР

Кинезитерапията е съществена част от цялостното лечение на болните от множествена склероза. Има значение както за възстановяване след пристъп, така и за поддържане на нарушените двигателни функции и предотвратяване на инвалидизацията. Подходът, краткосрочните и дългосрочни цели на КТ са строго прецизирани за всеки и зависят от множество фактори свързани със заболяването и индивидуалните особености на пациента. В предишни години лекарите препоръчваха на хората с множествена склероза да избягват твърде много физическа активност, вярвайки, че това може да влоши състоянието им, да задълбочи умората и други симптоми. През последните години обаче изследванията разкриват, че упражненията всъщност могат да подобрят симптомите на МС с течение на времето. Ползите от упражненията се простират до подобряване на адаптивните възможности на невромускулната система. Резултатите от направеното проучване предполагат, че интервенциите, предназначени да коригират асиметрията на мускулната сила, могат да доведат до подобряване

на няколко аспекта на физическото функциониране, важни за поддържане оптималното добро състояние при лица с МС.

КТ за всеки пациент се определя от двигателните възможности и степента на инвалидност, като основната цел е да се запази по-продължително във времето функционалната независимост в ДЕЖ. Пациентите трябва да са в период на ремисия и да е минала поне една седмица от последната криза и дехоспитализацията. Изпълнението на комплекса да бъде в ниска до умерена интензивност, чрез повече почивки между упражненията, да се прилагат предимно сутрин и да се избягва достигането до умора от физическо и психическо естество, да се започва с упражнения от облекчено ИП и да се преминава към такива с по-малка опорна площ.

Изокинетичният динамометър (Biodex 4S Pro) се използва за терапия при пациенти с МС. Процедурите се провеждат под контрола на кинезитерапевт два пъти седмично в продължение между 8 и 12 седмици, за да се постигне оптимален ефект за увеличаване на мускулната сила, като общата продължителност на процедурата е около 30-40 мин (**Таблица 4**). Добре е дните за провеждане на терапията да бъдат поне с 48 часа период за възстановяване между сесиите. Преди изпълнението на програмата се правят стречинг упражнения за разтягане на *m quadriceps femoris* и *m. hamstring* в продължение на 5 min, след което се прави разгривка на велоергометър. В основната част на процедурата се преминава през различни режими на работа, като се стартира с пасивен, след това концентричен, изометричен и завършва с ексцентричен като при него се изисква най-голяма сила и издръжливост. Заключителната част е изградена от протокол за проприоцептивна тренировка, при който с елиминиране на зрителната и слуховата перцепция се цели подобряване на

проприоцептивната сетивност на КС при различни ъглови позиции в активен и пасивен режим на работа.

Таблица 4. Схематично представяне на протокол за натоварване при 12 седмична тренировъчна програма за увеличаване на мускулната сила при пациенти с множествена склероза

Протокол	Седмица 1-2	Седмица 3-4	Седмица 5-6	Седмица 7-8	Седмица 9-10	Седмица 11-12
Натоварване (% MVIC)	40	50	50	60	60	70
Сerii	3	3	4	3	4	3
Повторения в серия	10	10	6	6	4	4

Означения: MVIC = maximal voluntary isometric contraction; Максимална волева изометрична контракция (Nm)

Натоварването изцяло се адаптира към възможностите на пациента, като е добре то да бъде в порядъка между 40% -70% от MVIC, брой серии между 3–4 и брой повторения между 5–10 (**Таблица 4**). Дава се указание на пациентите при изпълнение на упражненията те да бъдат с бърза концентрична фаза и задържане 3 s и бавна ексцентрична фаза. Времето за възстановяване между сериите е 2 min. Пациентите изпълняват упражненията и в концентричен режим за укрепване и засилване на флексорите и екстензорите. Броят повторенията в програмата са, както следва: първа седмица 5 при 60°/s и 10 при 180°/s, втора седмица 10 при 60°/s и 15 при 180°/s, трета седмица 15 при 60°/s и 20 при 180°/s, четвърта седмица 20 при 60°/s и 30 при 180°/s, а през последните четири седмици 20 при 60°/s и 40 при 180°/s ъглови скорости. Всеки блок от 10 повторения се изпълнява като серия (Selçuk et al., 2018).

В хода на кинезитерапевтичната процедура спрямо възможностите на пациента и моментното му състояние може да се редуцира броя на повторенията и броя на сериите, както и някои от

упражненията с по-голямо натоварване и сложност на изпълнение да бъдат преместени в следващата процедура. В края на всяка процедура се прилага стречинг и масаж на долните крайници с акцент на натоварените мускулни групи. От друга страна предложената методика за подобряване на силата на флексорите и екстензорите на КС с изокинетичен динамометър, не само подобрява стабилизацията на ставата, но би довела и до подобряване и на проприоцептивната сетивност (Guney et al., 2016; Hazneci et al., 2005).

В дните, в които не работят на изокинетичния динамометър, на пациентите се дава програма от упражнения за подобряване на силата и укрепване на долните крайници в домашна обстановка, като задължително изпълняват програмата поне веднъж седмично под надзор на кинезитерапевт, който да коригира своевременно правилното изпълнение и дозировка. Програмата за домашна рехабилитация е в продължение на дванадесет седмици, като започват с пет повторения, които постепенно се увеличават до 10-15.

Разгледания модел на кинезитерапевтична програма беше апробиран върху пациентка с МС с пристъпно-ремитентен ход на заболяването.

От оценката и анализа на силови характеристики и проприоцепция на мускулите на колянна става бе установена необходимостта от възстановяване на функционалните дефицити с акцент на флексорите и екстензорите в КС. Според нас изготвеният модел за кинезитерапевтична програма с ИКД базирана на индивидуалните възможности на всеки пациент и терапевтичният ефект на динамометричните системи би имало положително влияние върху състоянието на болните. Положителния ефект на резистивните упражнения за сила и мускулна издръжливост при

умерено натоварване би оказало благоприятно въздействие върху невромускулния контрол и функционалния капацитет при хора с МС. Използването на изокинетични упражнения в рехабилитационни протоколи при пациенти не само би повлияло стабилизацията и мускулния баланс на колянната става, но и би довело до изостряне проприоцептивния усет.

IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящият дисертационен труд представлява иновативно изследване на силови характеристики и проприоцептивна сетивност при пациенти с множествена склероза с помощта на изокинетичен динамометър. Внедрената съвременна методика, дава възможност за диагностика и оценка на настъпилите патологични изменения на изследваните параметри в резултат на заболяването и значението ѝ за кинезитерапевтичната практика. На база на цялостния и задълбочен анализ на получените резултати, е определен кинезитерапевтичният потенциал на всеки един от болните, изготвен е модел на специализирана кинезитерапевтична програма, с цел подобряване функционалните възможности с акцент в долните крайници. Използването на изокинетичния динамометър за дозирана и прецизирана терапия обогатява кинезитерапевтичната практика, давайки яснота за работа в изокинетичен режим при определени ъгли позиции и скорости. Предложената програма е допълнена с упражнения за изпълнение в домашни условия, което дава продължителен и траен ефект върху мускулатурата и проприоцептивната сетивност на колянна става. Дисертационният труд обогатява научно-теоретичните и научно-приложните познания за подобряване на силата и проприоцепцията при болни с МС.

Х. ИЗВОДИ

1. Охарактеризиран е изометричният, силов профил на мускулните групи на колянната става на двата крака при мъже и жени с МС чрез криви въртящ момент–ъглова позиция. Установено е понижение на пиковата изометрична сила в целия обем на движение. Понижението е максимално: - за флексорите при 40° ставна позиция и възлиза на 52 ± 9 % при мъжете и 40 ± 7 % при жените; и – за екстензорите 42 ± 8 % при мъжете при 90° и 36 ± 6 %, при жените при 80° . Доказано е наличие на патологична, силова, билатерална асиметрия, която като предпоставка за нарушен баланс и постурален контрол, е по-манифестирана при флексорите в позиция 105° и възлиза на 45 ± 7 % при мъжете и 25 ± 6 % при жените, при норма 15 %. Установените корелации между статичната сила и антропометрични показатели, както и отрицателните корелации с EDSS, доказват характерни полови различия в протичането на заболяването и по-манифестирана редукция в статичната сила на по-увредения крак при мъжете с МС.

2. На базата на зависимости въртящ момент – ъглова скорост, генерирани с изокинетичен динамометър при висока, умерена и ниска скорост е установено, че при пациенти с МС, динамичната сила при концентрични контракции е понижена, но е запазен характера на кривите торг-скорост. Понижението при различните скорости, при по-увредения крак е: - при мъжете между 46 и 49 % при екстензорите и между 41 и 57 % при флексорите; и - при жените между 32 и 42 % при екстензорите и между 33 и 56 % при флексорите. Чрез приложението на коефициента за мускулен дисбаланс наречен още унилатерална

асиметрия, който е отношение между силата на флексори към екстензори и критерий за риск от травми е установено, че посоченият показател е понижен с 23 до 32 % при двата крака при мъжете и с 13 до 26 % при жените.

3. Доказани са прогностични възможности на времеви показатели, регистрирани при измерване на динамична сила с изокинетична динамометрия при пациенти с МС. Установена е тенденция за удължаване на времето за генериране на максимален въртящ момент и на времето за ускоряване при инициране на движение, при двата крака, като показатели за функционална способност на мускула да генерира сила и да иницира движение. Представени са данни за достоверно удължаване на посочените показатели при различни скорости, което е най-манифестирано при флексорите на мъжете. Не са установени промени във показателя време за деселерация при спиране, който е индикатор за съхранен потенциал при удължаващи контракции, което е основание за разработване на елементи от КТ комплекси за мускулните групи на коляното в ексцентричен режим при пациенти с МС. Тези съкращения са енергетично облекчени от еластичните свойства на мускулно-сухожилните единици и активират хипертрофия чрез механизми на генна експресия.

4. Внедрена е методика за определяне усещането за мускулна сила чрез 3 типа грешки – константна грешка, вариационна грешка, и абсолютна грешка, установен е диапазона на проприоцептивното усещане при здрави мъже и жени и е изработена петстепенна скала за оценка. Обработката на данните за здравите лица от различни възрастови групи показва,

че с напредване на възрастта варирането при възпроизвеждането на целевата сила при мъжете и жените се подобрява, но точността в изпълнението най-вече при жените се влошава.

5. Не са установени различия в усещането за сила при пациенти с пристъпно-ремитентна форма на МС, спрямо здравите лица. Добре съхраненото усещане за прецизиране и възпроизвеждане на сила може да бъде заложено, като елемент в модела на КТ комплекса с изокинетичен динамометър.

6. Внедрена е методика за оценяване на проприоцептивен усет за ставна позиция и при пациентите с МС са установени по-високи стойности като отклонения от целевия ъгъл, като жените изпитват затруднения при пасивен режим (20° , абсолютна грешка = 3.9 ± 3), а мъжете при активен режим на възпроизвеждане (60° , абсолютна грешка = 4.5 ± 2), дължащи се вероятно на различия в увредите на моторния контрол при двата пола от една страна и по-изразените дефицити на силата на мускулните групи на коляното при по-увредения крак при мъжете, от друга.

7. При проведени изследвания с Y-ТБ е доказано, че както мъжете, така и жените имат статистически доказани патологични отклонения спрямо здравите лица, при трите посоки на измерване и сумарната оценка на теста. Отклоненията в динамичния баланс при мъжете с МС е 16.3% за по-малко увредения крак и 20.6% за увредения, в сравнение със здравите по отношение доминантен-недоминантен, а при жените е 15.2% и 16.7% съответно. Това е предпоставка за нарушения в постуралния контрол по-изразен при мъжете. Съгласно

международно утвърдена скала за баланс по Берг, пациентите имат нисък риск от падане, което дава основание за прилагането на упражнения за баланс в домашни условия от различни видове изходни положения при използването на стабилна опора.

8. Въпреки намерените в настоящото изследване дефицити, установени при измервания върху силови характеристики на мускулните групи на коляното, измервания на усет за мускулна сила и ставна позиция, времеви показатели, тестове за баланс и др., представените резултати показват, че изследваните пациенти имат необходимия кинезитерапевтичен потенциал, което ни насърчи да разработим модел на КТ програма с изокинетичен динамометър. Моделът е базиран на обективни резултати, което го прави релевантен на установените дефицити и симптоматика на пациенти с пристъпно-ремитента форма на МС.

XI. ПРИНОСИ

Считаме, че настоящият дисертационен труд има следните приноси с научно-приложен характер:

За първи път е изследвана статичната сила на флексори и екстензори в целия обем на движение на колянна става и динамичната сила при различни скорости при пациенти с множествена склероза с изокинетичен динамометър в България. Не ни е известно подобно обширно изследване с 6 ъглови позиции и три ъглови скорости в чуждестранна литература при това заболяване.

Независимо, че редица автори в достъпната литература отричат полова диференциация на нарушенията в силата, проприоцепцията, потуралния контрол и невроналния контрол

при пациенти с множествена склероза, получените данни и анализираният показатели при пациентите, са доказателства, че такива различия съществуват.

За първи път в България е разработена и внедрена методика за количествена оценка на проприоцепция на колянна става с изокинетичен динамометър, базирана на различни показатели като усещане за сила, усещане за ставна позиция в два режима на работа, оценена с три типа грешки, даващи информация за точност, прецизност и посока на сетивните възприятия при изпълнение на двигателна задача.

Разработен е модел за кинезитерапевтична програма при пациенти с множествена склероза базиран на изометричен, изокинетичен (концентричен и ексцентричен), изотоничен, активен и пасивен режим на работа с изокинетичен динамометър.

ХП. СПИСЪК С ПУБЛИКАЦИИ

За придобиване на ОНС доктор, докторантката Миглена Цветкова - Габерска участва с 4 публикации:

1. Tsvetkova-Gaberska M., Pencheva N. (2019) The force sense of knee extensors in healthy males and females., Series on Biomechanics 33 (3), 3-13.
2. Цветкова-Габерска М., (2017) Изследване на проприоцепция с изокинетична динамометрия. Сборник с резюмета 18-та студентска научна конференция „Кинезитерапия и спорт” – Благоевград, Университетско издателство „Неофит Рилски”, Благоевград, с.46-51, ISBN 978-954-00-0115-9
3. Tsvetkova-Gaberska M., Pencheva N., (2019) Sex differences in the knee sense of muscle force, assessed by isokinetic dynamometer, Scientific conference with international participation “Neuroscience, Bioinformatics, Microbiome and Beyond”, Book of abstracts, p 41,42
4. Драгомирова В., Цветкова-Габерска М., Филипова М., Попова Д. (2017) Сравнителен анализ на торг-ъгъл зависимости в колянна става при пациентки с множествена склероза. Програма и сборник с резюмета на 18-та студентска научна конференция Кинезитерапия и спорт, Университетско издателство „Неофит Рилски“ Благоевград, с. 61, ISBN 978-954-00-0115-9