

## Мануално мускулно тестване при роботизирана рехабилитация

Стефка Миндова, Даниел Братанов

***Manual muscle testing at robotized rehabilitation:** The paper describes the importance of the manual muscle testing (MMT) for the rehabilitation practice. At the same time this article focus on the subject of the MMT and the need for more objective test results while the rehabilitation is performed by automated or robotized devices. The traditional MMT is subjective and cannot provide measurable values required by the robotic devices. The authors propose a method for objective muscle strength measurement by introducing a force torque measurement tool in the manual muscle testing process.*

**Key words:** Manual Muscle Testing, Physiotherapy, Muscle Strength Measurement, Rehabilitation Robotiks

### ВЪВЕДЕНИЕ

Мануалното мускулно тестване (ММТ) е метод за определяне степента на мускулната слабост в резултат на заболявания, увреждания или инактивитет. Този тест е най-ценният, подробен и пълен метод от групата на физикалните изследвания, който дава големи възможности не само за точната преценка на състоянието на мускулната система, но и за най-правилното и ефективно упражняване на увредените и хипотрофични мускули. Заедно с това той дава ориентация и върху болестните промени, както на група мускули по физиологичните им оси на движение в ставите, така и аналитично на отделни мускулни групи.[1]

Електромиографията навлезе широко в практиката основавайки се на отвеждането и регистрирането на биоелектричните импулси и е широко застъпен метод за функционална оценка на нервно-мускулната възбудимост, чрез който се записва биоелектричната активност на моторните единици, но не може да замени мануално мускулното тестване а само да подпомогне възможността да се открият промени в проводимостта на централния двигателен неврон, преди да са настъпили ясни клинични белези в електровъзбудимостта.[4]

Информацията, която дава ММТ не може да бъде получена по други диагностични методи. Този тест отразява промените, които настъпват в процеса на възстановяване на мускулната сила и обема на движение, ефективността на прилаганите процедури, хода на заболяването и прогнозата. ММТ ориентира и за това, какво трябва да бъде адекватното натоварване на засегнатите мускули и каква е най-благоприятната изходна позиция за изолирано (аналитично) трениране на отслабеното движение.[1]

### ОЦЕНКА НА МУСКУЛНАТА СИЛА

Оценката (степенуването) на мускулната сила се извършва главно въз основа на факторите мануално съпротивление и гравитация. Използва се градирането на мускулната сила в шест основни степени, като се приема, че всяка степен отговаря на известен процент от силата на нормалния мускул. Силата на нормалния мускул е понятие, което в областта на ММТ има твърде широко и относително значение, т.е. трябва винаги да бъде съобразено с конкретния болен, който тестваме – каква „нормална“ сила можем да очакваме в зависимост от неговия пол, възраст, тренираност. Получената от мускула оценка, респективно съответната степен се означава с цифра от 0 до 5. Степените не са математически точни понятия.

Степен 5 отговаря на силата на съответния нормален мускул и възможността да се извърши пълния обем на движение срещу гравитацията и максимално мануално съпротивление.

Степен 4 – мускула може да извърши пълния обем на движение срещу гравитацията при умерено мануално съпротивление. (Отговаря на около 75% от силата на съответния мускул).

Степен 3 тестувания мускул може да извърши пълен обем на движение срещу гравитацията, но без да се прилага допълнително съпротивление. (Отговаря на около 50% от силата на съответния мускул).

Степен 2 мускула може да извърши пълния обем на движение, но от позиция на елиминирана гравитация. Не може да преодолее силата на тежестта си. (Отговаря на около 25 - 30% от силата на съответния мускул). Движението се извършва по една хоризонтална равнина. Мускулната сила, необходима за тестовото движение е много по-малка – тя трябва да преодолее само триенето по повърхността на движението.

Степен 1 при опит за движение мускулът показва лека видима контракция, която не е достатъчно силна за да извърши каквото и да е движение на тестуваната част на тялото. (Отговаря на около 5 - 10% от силата на здравия мускул).

Степен 0 при опит за движение мускулът не показва никаква видима или палпаторна контракция.

Степените 5,4 и 3 се наричат функционални. За мускулите, при които гравитацията не е съществен фактор за степенуването им (като например тези на пръстите на ръцете и краката и пронаторите на предмишницата) оценка 3 се дава за извършен пълен обем на движение. Това е и най - обективната оценка по ММТ и при нея трудно могат да се допуснат грешки. Тя представлява един функционален праг за всяко тестувано движение.[1]

За да автоматизираме движенията, които се нуждаят от възстановяване е изключително важно да се разграничи мускулната слабост от ограничения обем на движение. Ако дадения мускул не може да извърши съответния нормален обем на движение в ставата, това може да се дължи на две причини: или мускулът е много слаб за да извърши движението в ставата, или самото движение е ограничено поради механична пречка – скъсяване, деформации на ставна капсула, лигаменти, ставни повърхнини, т. е. има контрактура на ставата. За да установи това изследващият трябва да извърши движението пасивно в пълния му възможен обем.

Мануалното съпротивление, упражнявано от изследващия по време на тестовото движение е основен фактор за оценката на мускулната сила. Необходимо е то да се прилага винаги по един стандартен начин на съответно определено място и в строго определена посока. Мястото на оказаното съпротивление е по правило непосредствено до дисталния край на телесния сегмент, който тестувания мускул предвижда. По такъв начин се използва винаги по-дългото рамо на лоста, което улеснява кинезитерапевта. С роботизирането на това изследване ще се избегне един от недостатъците на мануалното съпротивление, а именно факта, че изследващият е принуден да употребява големи усилия, което води до напрежение от негова страна а от там съответно до натрупване на значителни грешки и неточности, което на практика прави оценката много субективна и погрешна. Във връзка с това, когато изследващият тестува много силни мускули съпротивлението, което той прилага се измества за улеснение по-дистално, дори върху следващия сегмент, което е още един недостатък, тъй като има опасност от преразтягане на връзките и сухожилията на междинните стави. [1]

Има три начина за оказване на мануалното съпротивление при ММТ:

1. Непрекъснато равномерно упражняване на съпротивлението през целия обем на движение. Този начин е свързан с известни неточности и несъвършенства: уморителен е както за болния, така и за терапевта; изследващият е затруднен да оцени точно големината на оказаното от него съпротивление, защото тестуваните мускули развиват различна сила в различните сектори от обема на движение; този метод не може да бъде приложен когато има някакво ограничение на тестуваното движение – болка, контрактура и др.

2. Тест на превъзможване или пречупване е най-подходящ и най-точен от мануалните техники за съпротивление, тъй като при него може да се подбере този

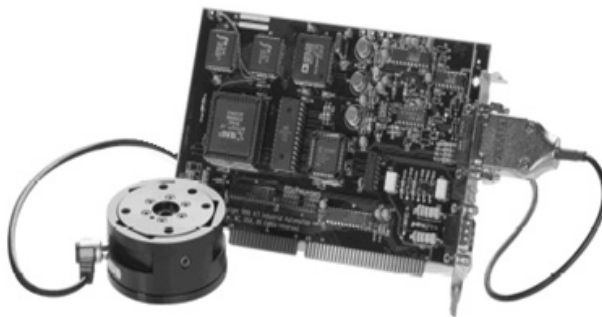
сектор от обема на движение в ставите, който е възможно по-безполезен за тестването. Това дава възможност за прилагането му при наличие на ставни контрактури. Болния започва да извършва тестовото движение срещу леко съпротивление на изследвания. Постепенно съпротивлението се засилва и в определена точка от обема на движение се увеличава, докато надделее силата на тестваните мускули, т.е. докато ги превъзмогне. Количеството на приложеното съпротивление е „равно“ на оценката на приложената сила. Значително по-точно този тест би се извършил с помощта на робот защото роботите предават съпротивлението плавно и постепенно. По този начин може да се прецени обективно каква е силата на тестваните мускули.

3. Изометричен тест – изпитва силата на изометричната контракция на тестваните мускули. Болният прави опит за движението на сегмента срещу значително и неотстъпващо мануално съпротивление от страна на изследвания, което е достатъчно силно за да не може да бъде преодоляно. Съпротивлението необходимо за запазване на изометричната контракция е мярката за силата на тестваните мускули. Този тест е сравнително неточен, особено в случаите, когато мускулите са близко до най-скъсеното си състояние. [2]

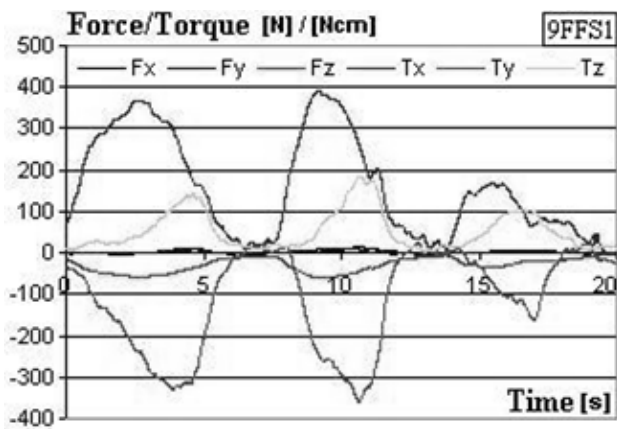
От представеното описание на мануалното мускулно тестване е видимо, че мускулите развиват различна сила в различните сектори на движение в ставите, като нейната величина се определя от момента на силата, който е различен в различните точки от обема на движение. За да се унифицира този процес, особено когато се предвижда автоматизирана или роботизирана рехабилитация, е необходима обективна оценка на мускулните сили, респективно силата на спастицитета в случаите на пасивна рехабилитация.

#### **Необходимост от използване на електронни измерителни средства в мануалното мускулно тестване при роботизирана рехабилитация**

Основно изискване на роботизираните средства за рехабилитация е да има предварителна оценка на необходимите сили и моменти които системата трябва да приложи в процеса на работа. Това изискване поставя въпроса за обективността на оценката получена по метода на мануалното мускулно тестване. Съществуват възможности за оптимизиране на измерванията по начин, който избягва субективизма на ММТ. Най-лесния за изпълнение метод е, чрез използването на силово-моментни преобразуватели (Фиг. 1), които се явяват междинно звено между крайника на пациента и терапевта. Информацията от тези сензори (Фиг.2) дава обективна и достоверна оценка на мускулната сила. За първи път този метод е прилаган при тестването на системата за роботизирана терапия на горен крайник РЕХАРОб (Фиг.3) [5]. Физиотерапевта извършва мануално мускулно тестване на пациента посредством система от ортези с вградени в тях сензори. Едновременно с мануалното мускулно тестване терапевта е в състояние да запише и действителните показания за силата на мускулите на тествания крайник. По този начин могат да бъдат зададени крайни стойности на натоварване на рехабилитационната роботизирана система и да се избегне дискомфорт на пациента в процеса на терапията. Същия принцип може да се приложи и директно в процеса на роботизирана рехабилитация. За целта пациента в работното звено на работа, което контактува с пациента, трябва да се вгради силово-моментен сензор, който да извършва измерване както на прилаганото усилие от страна на работа, така и на мускулния статус на пациента.



Фиг.1. Шест компонентен силово-моментен сензор



Фиг.2. Запис на данни от силово-моментен сензор



Фиг. 3. Мануално мускулно тестване със сензори

На Фиг. 4 [5] е показана примерна схема на захващане на горен крайник от роботизирана система имитираща мануално мускулно тестване.



Фиг.4. Примерна схема на мануално мускулно тестване с робот

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложения метод за оптимизация на мануалното мускулно тестване базиран на въвеждането на електронни измерителни устройства ще спомогне за качествена автоматизация в процесите на рехабилитацията. Използването на сензори позволява избягването на субективизма в оценката както на първичното състояние на пациента, така и на резултатите от въздействието на приложената му рехабилитационна терапия.

За да се въведе сензорното измерване в практиката на мануалното мускулно тестване е необходимо събирането на достатъчно голяма извадка от емпирични данни снети посредством директно измерване на множество здрави доброволци и доброволни пациенти. Групирането на тези данни по определени показатели като: пол, възраст, ръст, маса и заболяване, ще спомогне за таривиране на кривата на увреждане която мануалното мускулно тестване принципно измерва.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Банков, С., В. Кръстева, Я. Вържаров. Мануално мускулно тестване с основи на кинезиологията и патокинезиологията, С., Медицина и физкултура, 1991
- [2] Желев, В.. Физиотерапия: Методи за функционално изследване и оценка във физиотерапията, 2011
- [3] Желев, В.. Физиотерапия: Специализирани методи и методики във физиотерапията, 2011
- [4] Маринкев, Д.. Физикалните фактори в практичната медицина, 1996
- [5] SUPPORTING REHABILITATION OF DISABLED USING INDUSTRIAL ROBOTS FOR UPPER LIMB MOTION THERAPY - REHAROB project IST-1999-13109, <http://reharob.manuf.bme.hu>.

### За контакти:

Гл. ас. Стефка Миндова, Катедра "Кинезитерапия", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-821993 e-mail: stef\_mind@abv.bg

Доц. д-р Даниел Братанов, Катедра "Кинезитерапия", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 717, e-mail: dany@manuf.uni-ruse.bg

**Докладът е рецензиран.**