

**ВЪЗПРИЗВОДИМОСТ НА ПАРАМЕТРИТЕ ТОНУС, СКОВАНОСТ,  
ЕЛАСТИЧНОСТ И РЕЛАКСАЦИЯ НА СКЕЛЕТНИТЕ МУСКУЛИ НА  
ЗДРАВИ ХОРА С МИОТОНОМЕТЪР МиотонПРО**

**Борис Спасов<sup>1</sup>, Любомир Спасов<sup>2</sup>, Добрин Попов<sup>3</sup>, Пенка Ангелова<sup>3</sup>,  
Георги Дименчев<sup>4</sup> и Николай Бояджиев<sup>3</sup>**

**1 Технически Университет – София, Клон – Пловдив;**

**2 Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“;**

**3 Медицински Университет – Пловдив, Медицински Факултет, Катедра  
Физиология;**

**4 Медицински Университет – Пловдив, Медицински Факултет, Катедра  
Физиология, секция Физкултура и спорт**

**VALIDITY OF MUSCLE TONE, STIFFNESS, ELASTICITY, AND  
RELAXATION MEASURED BY MyotonPRO IN HEALTHY PEOPLE**  
**Boris Spasov<sup>1</sup>, Lyubomir Spasov<sup>2</sup>, Dobrin Popov<sup>3</sup>, Penka Angelova<sup>3</sup>, Georgi  
Dimenchev<sup>4</sup> and Nikolay Boyagjiev<sup>3</sup>**

**1 Technical University of Sofia - Branch Plovdiv;**

**2 Plovdiv University "Paisii Hilendarski“;**

**3 Medical University – Plovdiv, Department of Physiology;**

**4 Medical University – Plovdiv, Department of Physiology, Section of  
Physical education and sport**

**Abstract**

Determination of tone (F), stiffness (S), elasticity (D) and relaxation (R) of muscles is widely used in rehabilitation, rheumatology, pediatrics, and many other fields of medicine. Validity and reliability of non-invasive digital palpation devices for investigation of these indices in clinical practice is still a challenge.

**Aim**

The aim of the study is to assess validity and reliability of measuring tone, stiffness, elasticity, and relaxation of rectus femoris, trapezius, pectoralis major and triceps muscles by MyotonPRO device.

**Material and Methods**

A group of 34 healthy volunteers underwent myotonometry tests for F, S, D and R of the listed muscles muscles.

MyotonPRO device provides non-invasive digital palpation of superficial skeletal muscles.

MyotonPRO tests were carried out twice on a particular place. The procedure was used for all tested muscles. Data was processed using paired samples *t*-test, SPSS v. 13. Difference of  $P < 0.05$  was considered as statistical.

**Results**

Results of the measurement of F, S, D and R of the listed muscles show that no statistical differences were found between first and second test for all variable groups ( $P > 0.05$ ). So repeated tests of one object are statistically equal. MyotonPRO device can be used for reliable determination of F, S, D and R of the listed muscles.

#### Conclusion

Data of the study show that measurement of tone, stiffness, elasticity, and relaxation of rectus femoris, trapezius, pectoralis major and triceps surae muscles by MyotonPRO non-invasive digital palpation are reliable and valid. MyotonPRO can be used reliably in clinical practice.

Keywords: myotonometry, digital palpation, skeletal muscles

#### Въведение

Двигателната активност има огромно значение за всеки жив организъм. Заседналият начин на живот създава благоприятни предпоставки за широко разпространение на различни отклонения от нормалното телосложение, развитие на мускулен дисбаланс и асиметрия. За изучаването на мускулния дисбаланс е необходима прецизна и лесно приложима апаратура.

Въпреки наличието на многобройни ръчни палпаторни техники и съвременни лабораторни изследвания като диагностичен ултразвук, магнитен резонанс, електромиография и т. н. те не винаги могат да се прилагат за определяне на количествените промени в мускулния тонус и скованост (Hu et al., 2018).

Определянето на тонуса (F), динамичната скованост (S), еластичността (D) и релаксацията (R), на различни мускули намира приложение в рехабилитацията, ревматологията, педиатрията и редица други области на медицината. Използването и валидирането на апарати, извършващи неинвазивна дигитална палпация за измерването на посочените показатели все още е предизвикателство за съвременната клинична практика.

Апаратът МиотонПРО извършва неинвазивна дигитална палпация за определяне на тонуса и биомеханичните свойства на скелетната мускулатура (<https://www.myoton.com>). Методът за измерване се състои в записване на затихващото естествено трептене на меката биологична тъкан (мускулите) под формата на сигнал за ускорение и последващо автоматично изчисляване на параметрите. Някои автори изразяват съмнение относно надеждността на миотонометрите, предполагайки, че работата на всяко ръчно устройство може да бъде повлияна от опита на оператора (Kim SG and Kim EK, 2016), измервателната техника (Faroog et al., 2016) и фоновия шум на средата (Van Deun et al., 2016). Проучвания от 2022 г. определят МиотонПРО като апарат с възможности за количествено определяне на мускулната еластичност и скованост (Nguyen et al., 2022; Li et al., 2022). В достъпната литература не открихме категорични данни за надеждността и възпроизводимостта на апарата при изследване на тонуса, динамичната скованост, еластичността и релаксацията, на различни мускули при здрави хора.

#### Цел

Целта на настоящото проучване е да се даде оценка на валидността и надеждността на МиотонПРО при изследване на тонуса, динамичната скованост, еластичността и релаксацията на мускули m. rectus femoris, m. trapezius, m. pectoralis major, и m. triceps surae.

#### Материал и методи

Група от 67 доброволци бяха подложени на миотонметрични тестове за изследване на F, S, D и R на мускули m. rectus femoris, m. trapezius, m. pectoralis major, и m. triceps surae. Участниците са клинично здрави на възраст от 18 до 28 години. Основни критерии за изключване са наличие на вродени деформации, травми на опорно-двигателния апарат с последвала имобилизация и повишена телесна температура.

Тестовите бяха проведени двукратно, на едно място, на всеки един от описаните мускули.

Преди изследването информирахме изследваното лице за целите и същността на проучването. Позиционирахме тялото в положение, при което се постига пълно отпускане на мускулатурата и има възможност за възпроизводимост при следващи сесии на измерване. МиотонПРО работи с чувствителна сонда, която прилага бърз механичен удар със слаба сила. Точката, върху която поставяхме сондата маркирахме предварително на най-изпъкналата част на съответния мускул, на определено разстояние от съответна антропометрична точка (T. acromialae за m. trapezius; T. tuberositas tibiae за m. rectus femoris; T. art. sternoclavicularis за m. pectoralis major; задколянната гънка за m. triceps surae). Устройството автоматично започва измерването и изчисляването на резултатите.

Резултатите от изследването на F, S, D и R бяха обработени с paired samples t-test, SPSS v. 13. За статистически достоверна разлика бе приета  $P < 0.05$ .

#### Резултати и обсъждане

Данните от проведените двукратни тестове за определяне на F, S, D и R на описаните мускули показват, че няма статистически значими разлики между първото и второто измерване във всички вариационни групи ( $P > 0,05$ ), (Таблица 1).

Таблица 1. Стойности на F, S, D и R на изследваните мускули.  $P < 0.05$  за всички вариационни редове от първо и второ измерване.

	F 1	F 2	S 1	S 2	D 1	D 2	R 1	R 2
<b>rectus femoris, n=34</b>								
mean	14,89	14,87	272	272	1,53	1,49	21,3	20,6
SD	2,17	2,23	47	49	0,47	0,47	4	5
<b>Trapezius, n=27</b>								
mean	16,6	16,6	296	291	1,31	1,28	18,9	18,8
SD	2,1	2,2	35	42	0,56	0,53	3,1	3
<b>pectoralis major, n=20</b>								
mean	16,1	16	292	292	1,35	1,34	19,2	19
SD	3	3	75	76	0,43	0,43	4,4	4,4
<b>triceps surae, n=33</b>								
mean	15,1	15	274	264	1,43	1,42	21,7	20,8
SD	2,5	2,5	61	74	0,51	0,5	4,6	5,4

Резултатите доказват, че измерванията при един и същ тестван обект са повторяеми. От това следва, че използването на МиотонПРО за определяне на F, S, D и R на изброените скелетни мускули е валидно и достоверно.

#### Заклучение

Резултатите от проучването показват, че приложението на неинвазивна дигитална палпация за определяне на тонуса, динамичната скованост, еластичността и релаксацията,

на мускули m. rectus femoris, m. trapezius, m. latissimus dorsi, m deltoideus, m. pectoralis major, m. triceps surae с апарат МиотонПРО е валидно и достоверно. МиотонПРО може да се използва надеждно в клиничната практика.

#### Литература:

Farooq MN, Mohseni Bandpei MA, Ali M, Khan GA. Reliability of the universal goniometer for assessing active cervical range of motion in asymptomatic healthy persons. Pak J Med Sci. 2016 Mar-Apr;32(2):457-61. doi: 10.12669/pjms.322.8747. PMID: 27182261; PMCID: PMC4859044.

Hu, X., Lei, D., Li, L. et al. Quantifying paraspinal muscle tone and stiffness in young adults with chronic low back pain: a reliability study. Sci Rep 8, 14343 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32418-x>

Kim SG and Kim EK. Test-related reliability of an active range of motion test for the shoulder and hip joints by unskilled examiners using manual goniometer. Journal of physical therapy science 28, 722 – 724, <https://doi.org/10.1589/jpts.28.722> (2016).

Li YP, Liu CL, Zhang ZJ. Feasibility of Using a Portable MyotonPRO Device to Quantify the Elastic Properties of Skeletal Muscle. Med Sci Monit. 2022 Jan 28;28:e934121. doi: 10.12659/MSM.934121. PMID: 35087016; PMCID: PMC8805342.

Nguyen AP, Detrembleur C, Fisette P, Selves C, Mahaudens P. MyotonPro Is a Valid Device for Assessing Wrist Biomechanical Stiffness in Healthy Young Adults. Front Sports Act Living. 2022 Feb 21;4:797975. doi: 10.3389/fspor.2022.797975. PMID: 35265831; PMCID: PMC8899712.

Van Deun, Bieke PT, MSc1; Hobbelen, Johannes S. M. PT, PhD2; Cagnie, Barbara PT, PhD1; Van Eetvelde, Birgit PT, MSc1; Van Den Noortgate, Nele MD, PhD3; Cambier, Dirk PT, PhD1. Reproducible Measurements of Muscle Characteristics Using the MyotonPRO Device: Comparison Between Individuals With and Without Paratonia. Journal of Geriatric Physical Therapy: October/December 2018 - Volume 41 - Issue 4 - p 194-203 doi: 10.1519/JPT.000000000000119