

Publikacje naukowe

EGZOTech



*Treści prezentowane w tym dokumencie,
w tym dotyczące naszych produktów,
kierujemy do specjalistów – osób
wykonujących zawód medyczny
i profesjonalistów ochrony zdrowia.*

1

Wstęp



Celem niniejszego dokumentu jest przedstawienie badań i publikacji dotyczących urządzeń firmy EGZOTech oraz technologii jakie wykorzystują. Zostały one opracowane przez pracowników EGZOTech lub zlecane do opracowania na zewnątrz.

2

Spis treści

1. Wstęp

2. Spis treści

3. Lista publikacji

3.1. Luna EMG

3.1.1. Ocena zmęczenia, siły i aktywacji mięśni podczas ćwiczeń z użyciem robota Luna EMG u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

3.1.2. Wpływ robotycznego ruchu wyzwalanego przez EMG na chód, siłę mięśniową i sztywność po udarze niedokrwiennym.

3.1.3. Związek równowagi statycznej i dynamicznej ciała oraz wpływ wzroku i napięcia mięśniowego odcinka szyjnego kręgosłupa u pacjentów z CAA [Mózgowa angiopatia amyloidowa] – badanie pilotażowe.

3.1.4. Wpływ stabilizacji biernej tułowia i kończyny górnej na wybrane parametry koordynacji ruchowej ręki, siłę chwytu i napięcie mięśni u pacjentów po udarze mózgu.

3.1.5. Rzetelność czynnej i biernej oceny czucia pozycji stawu kolanowego przy użyciu robota rehabilitacyjnego Luna EMG.

3.1.6. Znaczenie stabilności tułowia dla skoordynowanych ruchów ciała w rehabilitacji po udarze mózgu.

3.1.7. Zastosowanie robota rehabilitacyjnego z EMG u pacjentów z zespołem zmęczenia po koronawirusie (COVID-19) — badanie wykonalności.

3.1.8. Wpływ zastosowania robota rehabilitacyjnego u pacjentów z zespołem zmęczenia po chorobie koronawirusowej (COVID-19).

3.1.9. Ocena zaburzeń neurologicznych w dynamometrii izokinetycznej i aktywności z elektromiografii powierzchniowej mięśni dwugłowego i trójgłowego ramienia.

3.1.10. Wpływ treningu z wykorzystaniem robota Luna EMG na aktywność mięśniową, równowagę i wybrane parametry chodu pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu.

2

3

4

4

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

3.1.11. Systematyczny przegląd piśmiennictwa dotyczący wykorzystania robotów EMG w rehabilitacji kończyny dolnej u osób po udarze mózgu.

3.1.12. Ocena niezawodności robota rehabilitacyjnego Luna EMG w ocenie propriocepcji kończyn górnych u 102 zdrowych młodych dorosłych.

3.1.13. Ocena podatności zewnętrznej i wewnętrznej robota Luna EMG jako narzędzie do oceny propriocepcji kończyny górnej u osób po udarze mózgu.

3.1.14. Skuteczność rehabilitacji robotycznej w poprawie siły mięśniowej i mobilności u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

3.1.15. LUNA EMG jako marker przestrzegania programów prehabilitacji i jego wpływ na wyniki pooperacyjne u pacjentek poddawanych zabiegom cytoredukcyjnym z powodu raka jajnika i podejrzenia guzów jajnika.

3.1.16. Elektromiografia powierzchniowa a pomiary wyników klinicznych po treningu chodu wspomaganym robotem u pacjentów z urazem rdzenia kręgowego po podostrej fazie rehabilitacji.

3.2. Stella BIO

3.2.1. EMG – spojrzenie na mięśnie przy pomocy elektromiografii.

3.2.2. Technika mapowania EMG dla końcówki do robota z pomiarem siły ścisku.

3.2.3. Analiza danych elektromiografii powierzchniowej w celu oceny nawyków fizycznych między sportowcami a osobami nieuprawiającymi sportu podczas wioślarstwa halowego.

4. Bibliografia

14

15

16

17

18

19

20

20

21

22

23

3

Lista publikacji

Assessment of Muscle Fatigue, Strength and Muscle Activation During Exercises with the Usage of Robot Luna EMG, Among Patients with Multiple Sclerosis

Krystyna Stańczyk¹, Anna Poświata², Anna Rokseła², and Michał Mikulski²

¹ Neurological Rehabilitation Ward, Medical University of Silesia, Katowice, Poland, stanczykkrystyna@op.pl, anna@poswiata.com, anna.roksela@egzotech.com,
² EGZOTech Sp. z o.o., Gliwice, Poland, michael.mikulski@egzotech.com

Abstract. Objective measurement of fatigability in patients with neurological diseases remains a problem rarely described in the research. The quick and easy assessment of muscle fatigue among patients with multiple sclerosis (MS) is a needed tool, which could be implemented as a standard test among those patients, to better plan and conduct physiotherapy. New devices, such as Luna EMG, allows to create precise environment, to carry out objective assessment and providing data based on strength and electromyography (EMG) measurement, especially median frequency (MDF), which is the standard parameter to indicate fatigue. The experiment was performed among 25 MS patients. Subjects were asked to perform 5 minutes isokinetic exercise of elbow flexion and extension and 2 minutes of isokinetic exercise of the same joint, with a 2 min break between. RMS value, median of frequency and its slope during exercise, was assessed for biceps and triceps brachii. The mean strength of both muscles were measured at the same time, accompanied by the automated counting of repetition. The correlation concerning triceps brachii has been found, between the amount of repetition in first exercise, with the slope of frequency in the first exercise (5 minutes isokinetic exercise). The same correlation for triceps brachii has been found for the second isokinetic exercise (2 minutes isokinetic exercise). For biceps brachii different correlation has occurred. The correlation between amount of repetition in 5 minutes isokinetic exercise and the slope in second (2 minutes) exercise has been noted. The mean strength during flexion for 5 minutes exercise was 11.20 Nm and 9.5 for extension. During 2 minutes exercise the mean values were 11.53 Nm and 10.18 Nm respectively. Assessment of MS patients performed with the usage of newest devices allows us to observe muscle fatigue, strength, muscle activation and relations between them among patients with MS. This quick test, accompanied by functional assessment can be a base for patient objective evaluation and a good foundation for planning and controlling training, in terms of muscle fatigue, applied force, muscle activation and coordination.

Keywords: sclerosis multiplex (MS), fatigue, exercise, sEMG

3.1. Luna EMG

3.1.1. Ocena zmęczenia, siły i aktywacji mięśni podczas ćwiczeń z użyciem robota Luna EMG u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

Cel:

Głównym celem badania było stworzenie i przetestowanie specjalnego protokołu, wykorzystującego innowacyjne urządzenie, takie jak Luna EMG, do oceny zmęczenia i innych powiązanych czynników u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

Wnioski:

Technologie mogą zapewnić ważne, niezawodne i czułe narzędzia oceny, które w połączeniu ze środkami klinicznymi mogą pomóc w podejmowaniu decyzji klinicznych i dostarczyć bogatszych danych na temat wyników leczenia pacjentów. Obecnie istnieje wyraźna potrzeba opracowania wytycznych dla klinicystów i badaczy, aby zoptymalizować ocenę i zastosowanie środków i procedur klinicznych w oparciu o technologie.

Cit.:

Stańczyk, K., Poświata, A., Rokseła, A., Mikulski, M. (2019). *Assessment of Muscle Fatigue, Strength and Muscle Activation During Exercises with the Usage of Robot Luna EMG, Among Patients with Multiple Sclerosis*. In: Pietka, E., Badura, P., Kawa, J., Wieclawek, W. (eds) *Information Technology in Biomedicine. ITIB 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1011*. Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23762-2_11

3

Lista publikacji

Article
The Influence of EMG-Triggered Robotic Movement on Walking, Muscle Force and Spasticity after an Ischemic Stroke

Patrycja Lewandowska-Sroka ¹, Rafał Stabrawa ¹, Dominika Kozak ^{2,*}, Anna Poświata ², Barbara Lysoń-Ukłańska ³, Katarzyna Bienias ³, Anna Rokseła ⁴, Marcin Kliś ⁴ and Michał Mikulski ²

¹ Faculty of Rehabilitation, State Higher Vocational School in Nowy Sacz, 33-300 Nowy Sacz, Poland; p.lewandowska-sroka@o2.pl (P.L.-S.); stabrawa@gmail.com (R.S.)
² Clinical Department, Egzotech sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland; anna.poswiata@egzotech.com (A.P.); michal.mikulski@egzotech.com (M.M.)
³ Faculty of Rehabilitation, The Jozef Pilsudski University of Physical Education, 00-968 Warsaw, Poland; domusa@op.pl (B.L.-U.); katarzyna.bienias@gmail.com (K.B.)
⁴ Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland; Anna.Rokseła@polsl.pl (A.R.); m.klis@vp.pl (M.K.)
* Correspondence: dominika.kozak@egzotech.com; Tel.: +48-790540086

 **check for updates**

Citation: Lewandowska-Sroka, P.; Stabrawa, R.; Kozak, D.; Poświata, A.; Lysoń-Ukłańska, B.; Bienias, K.; Rokseła, A.; Kliś, M.; Mikulski, M. The Influence of EMG-Triggered Robotic Movement on Walking, Muscle Force and Spasticity after an Ischemic Stroke. *Medicina* 2021, 57, 227. <https://doi.org/10.3390/medicina57030227>

Academic Editor: Francisco Parroy

Received: 13 January 2021
Accepted: 25 February 2021
Published: 2 March 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: *Background and Objectives:* Application of the EMG-driven robotic training in everyday therapeutic processes is a modern and innovative form of neurorehabilitation among patients after stroke. Active participation of the patient contributes to significantly higher activation of the sensorimotor network during active motor control rather than during passive movement. The study objective was to determine the effect of electromyographic triggering (EMG-triggered) robotic rehabilitation device treatment on walking, muscle force, and spasticity after an ischemic stroke. *Materials and Methods:* A total of 60 participants with impaired motor function and gait after subacute stroke were included in the study. Each patient was randomly assigned to an intervention or control group (IG or CG). All patients, except standard therapy, underwent 1 additional session of therapy per day, 5 days a week for 6 weeks. IG had 30 min of training on the robot, while CG received exercises on the lower limb rotor. The subjects were assessed with Timed Up and Go Test (TUG), Ashworth scale, knee range of motion (ROM), Lovett Scale, and thigh circumference at baseline and at weeks 2, 4, and 6. *Results:* For seven parameters, the values credibly increased between consecutive measurements, and for the Ashworth scale, they credibly decreased. The biggest changes were observed for the measurements made with Lovett scale. The average thigh circumference as measured 5 and 15 cm above the knee increased credibly more in the robot condition, as compared to control condition. Additionally, the decrease in Ashworth values over time, although statistically credible in both groups, was credibly higher in the robot condition. *Conclusion:* The inclusion of the EMG-triggered neurorehabilitation robot in the patient's daily rehabilitation plan has a positive effect on outcomes of the treatment. Both proposed rehabilitation protocols significantly improved patients' condition regarding all measured outcomes, but the spasticity and thigh circumference improved significantly better in the robotic group in comparison to controls.

Keywords: stroke; rehabilitation; EMG-triggered; rehabilitation robot; spasticity; mobility; gait

1. Introduction

Stroke is currently one of the most important health problems in the adult population worldwide, for both medical and social reasons. Almost one third of deaths in the world are caused by strokes [1]. Motor skills are one of the most important areas affected by stroke. Patients may experience a variety of disabilities in different body parts and different hemispheres can be affected. The most common impairments of the early stages of stroke are weakness and paresis, which may lead to a learned nonuse of limbs. Sensory impairments, chronic pain, and immobility of the patient in the early stages after stroke

3.1.2. Wpływ robotycznego ruchu wyzwalanego przez EMG na chód, siłę mięśniową i sztywność po udarze niedokrwiennym.

Cel:

Celem badania było określenie wpływu leczenia zrobotyzowanym urządzeniem rehabilitacyjnym wyzwalanym elektromiograficznie (wyzwalanym EMG) na chód, siłę mięśni i spastyczność po udarze niedokrwiennym.

Wnioski:

Zastosowanie terapii wyzwalanej EMG w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu daje możliwość nauczenia pacjenta korzystania z zachowanych ścieżek nerwowych. Po zabiegu pacjent może lepiej kontrolować napięcie mięśniowe. Przyspiesza to powrót funkcji motorycznych, co pozwala na odzyskanie sprawności funkcjonalnej po udarze mózgu.

Cit.:

Lewandowska-Sroka, Patrycja, Rafał Stabrawa, Dominika Kozak, Anna Poświata, Barbara Lysoń-Ukłańska, Katarzyna Bienias, Anna Rokseła, Marcin Kliś, and Michał Mikulski. *The influence of EMG-triggered robotic movement on walking, muscle force and spasticity after an ischemic stroke. Medicina* 57, no. 3 (2021): 227

<https://www.mdpi.com/1648-9144/57/3/227>

3

Lista publikacji



Article

The Relationship between the Static and Dynamic Balance of the Body, the Influence of Eyesight and Muscle Tension in the Cervical Spine in CAA Patients—A Pilot Study

Anna Olczak ^{1,2,*}, Aleksandra Truszczyńska-Baszak ³ and Katarzyna Gniadek-Olejniczak ¹

¹ Rehabilitation Clinic, Military Institute of Medicine, 04-141 Warsaw, Poland; kgniadek-olejniczak@wim.mil.pl
² Faculty of Medical Sciences, Social Academy of Science, 00-842 Warsaw, Poland
³ Faculty of Rehabilitation, Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, 00-968 Warsaw, Poland; aleksandra.truszczyńska@awf.edu.pl
* Correspondence: annagabinet@poczta.onet.pl

Abstract: Cerebral amyloid angiopathy (CAA) is one form of disease of the small vessels of the brain and can cause frequent cerebral hemorrhages as well as other types of stroke. The aim of the study was to analyze the static and dynamic balance of the body and changes in the tension of selected muscles of the cervical spine in patients with CAA after stroke, depending on visual control or its absence, compared to healthy volunteers. Eight stroke patients and eight healthy subjects were examined. The functional Unterberger test and the Biodex SD platform were used to test the dynamic equilibrium, on which the static equilibrium was also assessed. Muscle tension was tested with the Luna EMG device. In static tests, the LC muscle (longus colli) was significantly more active with and without visual control ($p = 0.016$; $p = 0.002$), and in dynamic tests, significantly higher results for MOS ($p = 0.046$) were noted. The comparison of the groups led to the conclusion that the more functional deficits, the more difficult it is to keep balance, also with eye control.

Keywords: stroke; CAA (Cerebral Amyloid Angiopathy); balance; muscle tension; vision

1. Introduction

Cerebral amyloid angiopathy (CAA) is one of the forms of diseases of the small vessels of the brain. It causes the deposition of β -amyloid protein in the wall of arterioles, capillaries and venous vessels located in the cerebral cortex and the soft dura. The prevalence of CAA is very age dependent. From 2.3 percent in patients aged 65 to 74 years, from 12.1 percent in patients aged 85 and over [1]. Cerebral amyloid angiopathy is asymptomatic or with symptoms such as intracerebral hemorrhage, cognitive impairment or dementia [2,3]. Similar to Alzheimer's disease, it is a degenerative disease of the group of diseases called amyloidopathy. It is a disease of old age and is the second most common (after atherosclerosis) cause of recurrent cerebral haemorrhages [4–18]. CAA is relatively most common in the occipital, frontal, temporal and parietal lobes. The cerebellum is most rarely involved, and it is practically absent in the basal ganglia, thalamus, white matter and brainstem. CAA is characterized by a variable course and a chronically progressive disease process [19,20].

In our work, we present a group of stroke patients diagnosed with CAA. Stroke as well as other neurological conditions such as Alzheimer's disease, Parkinson's disease and syndrome, peripheral neuropathies, epilepsy, migraine, multiple sclerosis, etc., are disorders related to imbalance. It should also be remembered that aging has a large effect on the equilibrium system [7,21,22].

Balance disorders are one of the most common problems in adults (affecting 20–30% of the population) [23–25]. Of this, women and people from the geriatric group report the problem twice as often [26,27].

check for updates

Citation: Olczak, A.; Truszczyńska-Baszak, A.; Gniadek-Olejniczak, K. The Relationship between the Static and Dynamic Balance of the Body, the Influence of Eyesight and Muscle Tension in the Cervical Spine in CAA Patients—A Pilot Study. *Diagnostics* **2021**, *11*, 2036. <https://doi.org/10.3390/diagnostics1112036>

Academic Editors: Raffaele Nardone and Federico Pacci

Received: 30 September 2021
Accepted: 1 November 2021
Published: 3 November 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Diagnostics **2021**, *11*, 2036. <https://doi.org/10.3390/diagnostics1112036> <https://www.mdpi.com/journal/diagnostics>

3.1.3. Związek równowagi statycznej i dynamicznej ciała oraz wpływ wzroku i napięcia mięśniowego odcinka szyjnego kręgosłupa u pacjentów z CAA [Mózgowa angiopatia amyloidowa] – badanie pilotażowe.

Cel:

Celem pracy była ocena możliwości utrzymania równowagi statycznej i dynamicznej ciała oraz rozkładu napięcia mięśniowego odcinka szyjnego kręgosłupa w zależności od kontroli wzroku u pacjentów z CAA i zdrowych ochotników.

Wnioski:

Do oceny napięcia mięśniowego wykorzystano urządzenie rehabilitacyjne Luna EMG. Wzrok odgrywa ważną rolę w kontrolowaniu równowagi, zwłaszcza u osób zdrowych. Im większe deficyty funkcjonalne, tym trudniej przywrócić równowagę, także z kontrolą wzroku.


Cit.:

Olczak, A.; Truszczyńska-Baszak, A.; Gniadek-Olejniczak, K. *The Relationship between the Static and Dynamic Balance of the Body, the Influence of Eyesight and Muscle Tension in the Cervical Spine in CAA Patients—A Pilot Study*. *Diagnostics* **2021**, *11*, 2036.

<https://www.mdpi.com/2075-4418/11/11/2036>


3

Lista publikacji

Article

Influence of the Passive Stabilization of the Trunk and Upper Limb on Selected Parameters of the Hand Motor Coordination, Grip Strength and Muscle Tension, in Post-Stroke Patients

Anna Olczak ^{1,2,*} and Aleksandra Truszczyńska-Baszak ³ 

¹ Rehabilitation Clinic, Military Institute of Medicine, 128 Szaserów Street, 04-141 Warsaw, Poland
² Social Academy of Science, 11 Łucka Street, 00-842 Warsaw, Poland
³ Faculty of Rehabilitation, Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, 00-968 Warsaw, Poland; aleksandra.truszczyńska@faf.edu.pl
* Correspondence: anna.olczak@wim.mil.pl

 **check for updates**

Citation: Olczak, A.; Truszczyńska-Baszak, A. Influence of the Passive Stabilization of the Trunk and Upper Limb on Selected Parameters of the Hand Motor Coordination, Grip Strength and Muscle Tension, in Post-Stroke Patients. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 2402. <https://doi.org/10.3390/jcm10112402>

Academic Editors: Tissa Wijeratne, Hugues Chabriot and Lindsay A. Farrer

Received: 23 March 2021
Accepted: 27 May 2021
Published: 29 May 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Objective: Assessment of the influence of a stable trunk and the affected upper limb (dominant or non-dominant) on the parameters of the wrist and hand motor coordination, grip strength and muscle tension in patients in the subacute post-stroke stage compared to healthy subjects. Design: An observational study. Setting: Stroke Rehabilitation Department. Subjects: Thirty-four subjects after ischemic cerebral stroke and control group-32 subjects without neurological deficits, age and body mass/ height matched were included. Main measures: The tone of the multifidus, transverse abdominal and supraspinatus muscles were assessed by Luna EMG device. A HandTutor device were used to measure motor coordination parameters (e.g., range of movement, frequency of movement), and a manual dynamometer for measuring the strength of a hand grip. Subjects were examined in two positions: sitting without back support (non-stabilized) and lying with stabilization of the trunk and the upper limb. Results: Passive stabilization of the trunk and the upper extremity caused a significant improvement in motor coordination of the fingers ($p < 0.001$) and the wrist ($p < 0.001$) in patients after stroke. Improved motor coordination of the upper extremity was associated with an increased tone of the supraspinatus muscle. Conclusions: Passive stabilization of the trunk and the upper limb improved the hand and wrist coordination in patients following a stroke. Placing patients in a supine position with the stability of the affected upper limb during rehabilitation exercises may help them to access latent movement patterns lost due to neurological impairment after a stroke.

Keywords: cerebral stroke; hand rehabilitation; core stability; muscle tone; motor coordination

1. Introduction

Up to 50% of patients report impaired upper limb and hand function following a stroke [1–3]. Unfortunately, functional restoration of the upper extremity requires a long-lasting physiotherapy and often fails to meet patients' expectations [4,5]. Thus, it is important to develop new therapies to improve the motor function of the upper extremity in stroke patients [6–11].

The stabilization of the human body is the basis for maintaining balance and makes it possible to perform selective, coordinated movements with parts of the body [12–17]. There are several elements to the body's stability: central stabilization, which concerns the proper tension and work of the deep muscles of the trunk, and a stable trunk [16–18]. According to Bobath's concept, a stable trunk is a counterbalance to the movements of all limbs [19,20]. It is very important that the trunk is stable and mobile at the same time, because only then can any selective movement be made [15,19,21]. In addition to arm and hand motor function deficits, trunk movement coordination disorders have been observed in patients with stroke [22]. In particular, movement of the lower limb is associated with contraction

J. Clin. Med. **2021**, *10*, 2402. <https://doi.org/10.3390/jcm10112402> <https://www.mdpi.com/journal/jcm>

3.1.4. Wpływ stabilizacji biernej tułowia i kończyny górnej na wybrane parametry koordynacji ruchowej ręki, siłę chwytu i napięcie mięśni u pacjentów po udarze mózgu.

Cel:

Celem pracy była ocena wpływu stabilnej pozycji tułowia i kończyny górnej na parametry koordynacji ruchowej dłoni i nadgarstka, siłę chwytu oraz napięcie mięśni u pacjentów w stanie podoстрыm po udarze mózgu w porównaniu z osobami zdrowymi. Celem badania była także ocena parametrów chorej kończyny górnej w zależności od tego, czy badana kończyna była dominująca czy niedominująca.

Wnioski:

Badanie wykazało, że bierna stabilizacja barku oraz tułowia podczas rehabilitacji po udarze jest ważna dla przywrócenia prawidłowego wzorca ruchu i odzyskania funkcji ręki.

Cit.:

Olczak A, Truszczyńska-Baszak A. *Influence of the Passive Stabilization of the Trunk and Upper Limb on Selected Parameters of the Hand Motor Coordination, Grip Strength and Muscle Tension, in Post-Stroke Patients.* *J Clin Med.* 2021 May 29;10(11):2402.

<https://www.mdpi.com/2077-0383/10/11/2402>

3

Lista publikacji

International Journal of Environmental Research and Public Health 

Article

A Reliability of Active and Passive Knee Joint Position Sense Assessment Using the Luna EMG Rehabilitation Robot

Lukasz Oleksy ^{1,2,*}, Aleksandra Królikowska ³, Anna Mika ⁴, Paweł Reichert ⁵, Monika Kentel ⁶, Maciej Kentel ⁶, Anna Poświata ⁷, Anna Rokseła ⁸, Dominika Kozak ⁷, Katarzyna Bienias ⁷, Marcel Smoliński ⁸, Artur Stolarczyk ⁹ and Michał Mikulski ⁷

¹ Department of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Jagiellonian University Medical College Krakow, 31-008 Krakow, Poland
² Oleksy Medical & Sport Sciences, 37-100 Łańcut, Poland
³ Ergonomics and Biomedical Monitoring Laboratory, Department of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, Wrocław Medical University, 50-368 Wrocław, Poland
⁴ Institute of Clinical Rehabilitation, University of Physical Education in Kraków, 31-571 Kraków, Poland
⁵ Department of Trauma Surgery, Clinical Department of Trauma and Hand Surgery, Faculty of Medicine, Wrocław Medical University, 50-368 Wrocław, Poland
⁶ eMKaMED Medical Centre, 53-110 Wrocław, Poland
⁷ EGZOTech Sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland
⁸ Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland
⁹ Department of Orthopaedics and Rehabilitation, Medical Faculty, Medical University of Warsaw, 02-091 Warsaw, Poland
* Correspondence: loleksy@oleksy-fizjoterapia.pl


 **check for updates**

Citation: Oleksy, L.; Królikowska, A.; Mika, A.; Reichert, P.; Kentel, M.; Kentel, M.; Poświata, A.; Rokseła, A.; Kozak, D.; Bienias, K.; et al. A Reliability of Active and Passive Knee Joint Position Sense Assessment Using the Luna EMG Rehabilitation Robot. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 15885. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315885>

Academic Editors: Álvaro Campos Cavalcanti Maciel and Ricardo Oliveira Guerra

Received: 22 October 2022
Accepted: 25 November 2022
Published: 29 November 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Joint position sense (JPS) is the awareness of joint location in space, indicating accuracy and precision of the movement. Therefore, the aim of the present study is to determine the reliability of active and passive JPS assessment regarding the knee joint. This was carried out using the Luna EMG rehabilitation robot. Further analysis assessed whether the examination of only the dominant site is justified and if there are differences between sites. The study comprised 24 healthy male participants aged 24.13 ± 2.82 years, performing sports at a recreational level. Using the Luna EMG rehabilitation robot, JPS tests were performed for the right and left knees during flexion and extension in active and passive mode, in two separate sessions with a 1-week interval. Both knee flexion and extension in active and passive modes demonstrated high reliability (ICC = 0.866–0.982; SEM = 0.63–0.31). The mean JPS angle error did not differ significantly between the right and left lower limbs ($p < 0.05$); however, no between-limb correlation was noted ($r = 0.21–0.34$; $p > 0.05$). The Bland–Altman plots showed that the between-limb bias was minimal, with relatively wide limits of agreement. Therefore, it was concluded that the Luna EMG rehabilitation robot is a reliable tool for active and passive knee JPS assessment. In our study, JPS angle error did not differ significantly between left and right sides; however, the slight asymmetry was observed (visible in broad level of agreement exceeding 5° in Bland–Altman plots), what may suggest that in healthy subjects, e.g., active athletes, proprioception should always be assessed on both sides.

Keywords: biomedical monitoring; joint position sense; knee; patient monitoring; physiotherapy; proprioception; rehabilitation robotics; reliability; symmetry

1. Introduction

Proprioception of the knee plays a crucial role in maintaining joint stability and coordination during motion [1,2]. Joint position sense (JPS) is awareness of joint location in space, indicating the accuracy and precision of movement [3,4]. Proprioceptive sensory impairment may result from neurological disorders [5,6], chronic soft-tissue diseases [7,8], or neuropathic and orthopaedic conditions [9,10]. Joint position reproduction is the most

Int. J. Environ. Res. Public Health **2022**, *19*, 15885. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315885> <https://www.mdpi.com/journal/ijerph>

3.1.5. Rzetelność czynnej i biernej oceny czucia pozycji stawu kolanowego przy użyciu robota rehabilitacyjnego Luna EMG.

Cel:

Celem pracy było określenie rzetelności czynnej i biernej oceny czucia pozycji stawu kolanowego za pomocą robota rehabilitacyjnego Luna EMG. Jako drugi cel, niniejsze badanie jako pierwsze ocenia, czy badanie wyłącznie kończyny dominującej jest uzasadnione oraz czy istnieją różnice między kończynami w trybie aktywnym lub pasywnym.

Wnioski:

Robot rehabilitacyjny Luna EMG to niezawodne narzędzie do oceny czucia pozycji stawu zarówno w zakresie zgięcia, jak i wyprostu stawu kolanowego, w trybie aktywnym i pasywnym, zarówno po stronie prawej, jak i lewej.

Cit.:

Oleksy, L.; Królikowska, A.; Mika, A.; Reichert, P.; Kentel, M.; Kentel, M.; Poświata, A.; Rokseła, A.; Kozak, D.; Bienias, K.; et al. A Reliability of Active and Passive Knee Joint Position Sense Assessment Using the Luna EMG Rehabilitation Robot. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 15885. <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/23/15885>

3

Lista publikacji

3.1.6. Znaczenie stabilności tułowia dla skoordynowanych ruchów ciała w rehabilitacji po udarze mózgu.

Cel:

Celem pracy było zbadanie wpływu stabilności tułowia na parametry skoordynowanych ruchów tułowia i kończyn dolnych w rehabilitacji poudarowej.

Wnioski:

Napięcie mięśni było na ogół niższe u pacjentów po udarze w porównaniu z pacjentami z zespołem bólowym dolnej części pleców, ale aktywne napięcie mięśni brzucha spowodowało wzrost stabilności tułowia i zmianę ścieżki ruchu tułowia, a także poprawę chodu i zakresu ruchu. Trening stabilizacji tułowia podczas rehabilitacji po udarze może pomóc pacjentom w osiągnięciu wyższego poziomu koordynacji ruchów.


Cit.:

Anna Olczak (2022) *Importance of core stability for coordinated movement of the human body in stroke rehabilitation*, *Neurological Research*, 44:1, 7-13

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01616412.2021.1950952?journalCode=yner20>

3

Lista publikacji

International Journal of Environmental Research and Public Health 

Article

Application of an EMG-Rehabilitation Robot in Patients with Post-Coronavirus Fatigue Syndrome (COVID-19)—A Feasibility Study

Ewa Zasadzka ¹, Sławomir Tobis ¹, Tomasz Trzmiel ^{1,*}, Renata Marchewka ², Dominika Kozak ^{3,4}, Anna Rokseła ^{4,5}, Anna Pieczyńska ¹ and Katarzyna Hojan ^{1,2,6}

¹ Department of Occupational Therapy, Poznan University of Medical Sciences, 60-781 Poznan, Poland
² Neurorehabilitation Ward, Greater Poland Provincial Hospital, 60-480 Poznan, Poland
³ Department of Physiotherapy, University of Health Science, 85-067 Bydgoszcz, Poland
⁴ Egzotech sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland
⁵ Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland
⁶ Department of Rehabilitation, Greater Poland Cancer Centre, 61-866 Poznan, Poland
* Correspondence: trzmiel@ump.edu.pl

Abstract: This pilot study aimed to assess the safety and feasibility of an EMG-driven rehabilitation robot in patients with Post-Viral Fatigue (PVF) syndrome after COVID-19. The participants were randomly assigned to two groups (IG—intervention group and CG—control group) in an inpatient neurological rehabilitation unit. Both groups were assessed on admission and after six weeks of rehabilitation. Rehabilitation was carried out six days a week for six weeks. The patients in the IG performed additional training using an EMG rehabilitation robot. Muscle fatigue was assessed using an EMG rehabilitation robot; secondary outcomes were changes in hand grip strength, Fatigue Assessment Scale, and functional assessment scales (Functional Independence Measure, Barthel Index). Both groups improved in terms of the majority of measured parameters comparing pre- and post-intervention results, except muscle fatigue. Muscle fatigue scores presented non-significant improvement in the IG and non-significant deterioration in the CG. Using an EMG rehabilitation robot in patients with PVF can be feasible and safe. To ascertain the effectiveness of such interventions, more studies are needed, particularly involving a larger sample and also assessing the participants' cognitive performance.

Keywords: SARS-CoV-2; exercises; physiotherapy; occupational therapy; hand grip strength

1. Introduction

COVID-19 is a condition caused by a novel severe acute respiratory syndrome, which has been known for the last two years. A SARS-CoV-2 infection manifests itself through a wide spectrum of symptoms, from asymptomatic to life-threatening and possibly, fatal [1–6]. The course of a SARS-CoV-2 infection is highly individual. Most patients recover completely; however, approximately 20% experience long-term adverse effects, including fatigue (58%), headaches (44%), cognitive impairment (27%), excessive hair loss (25%), and dyspnoea (24%) [7]. Fatigue is one of the most common effects of COVID-19 [2] and can still exist days after the first symptom of this condition [8,9]. According to the World Health Organization International Classification of Diseases for Mortality and Morbidity Statistics, 11th Revision (ICD-11), Post-Viral Fatigue (PVF) is a neurological condition; the definition of PVF includes chronic fatigue syndrome and myalgic encephalomyelitis [10]. With similar symptoms characterizing both chronic fatigue syndrome and myalgic encephalomyelitis, and with no clear knowledge about their pathogenesis and no consensus in terms of medical treatment, grouping these conditions under the definition of PVF helps


check for updates

Citation: Zasadzka, E.; Tobis, S.; Trzmiel, T.; Marchewka, R.; Kozak, D.; Rokseła, A.; Pieczyńska, A.; Hojan, K. Application of an EMG-Rehabilitation Robot in Patients with Post-Coronavirus Fatigue Syndrome (COVID-19)—A Feasibility Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 10398. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610398>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 30 June 2022
Accepted: 17 August 2022
Published: 20 August 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Int. J. Environ. Res. Public Health **2022**, *19*, 10398. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610398> <https://www.mdpi.com/journal/ijerph>

3.1.7. Zastosowanie robota rehabilitacyjnego z EMG u pacjentów z zespołem zmęczenia po koronawirusie (COVID-19) – badanie wykonalności.

Cel:

Celem badania była ocena bezpieczeństwa i wykonalności zastosowania robota rehabilitacyjnego z EMG w ćwiczeniach wykonywanych przez pacjentów po COVID-19 z zespołem przewlekłego zmęczenia (PVF).

Conclusion:

Badanie wykazało, że wdrożenie protokołu rehabilitacji za pomocą robota z EMG u pacjentów z PVF jest wykonalne i bezpieczne. W tym badaniu pilotażowym pozytywnie zweryfikowano wykonalność koncepcji użycia robota rehabilitacyjnego z EMG w ćwiczeniach dla pacjentów z zespołem przewlekłego zmęczenia (PVF).

Cit.:

Zasadzka E, Tobis S, Trzmiel T, Marchewka R, Kozak D, Rokseła A, Pieczyńska A, Hojan K. Application of an EMG-Rehabilitation Robot in Patients with Post-Coronavirus Fatigue Syndrome (COVID-19)—A Feasibility Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 20;19(16):10398.

<https://www.mdpi.com/1660-4601/19/16/10398>

3

Lista publikacji

Article
The Effect of Using a Rehabilitation Robot for Patients with Post-Coronavirus Disease (COVID-19) Fatigue Syndrome

Tomasz Trzmiel ^{1,*}, Renata Marchewka ², Anna Pieczyńska ¹, Ewa Zasadzka ¹, Igor Zubrycki ³, Dominika Kozak ^{4,5}, Michał Mikulski ⁴, Anna Poświata ⁴, Sławomir Tobis ¹ and Katarzyna Hojan ^{1,2,6}

¹ Department of Occupational Therapy, Poznan University of Medical Sciences, 60-781 Poznan, Poland; stobis@ump.edu.pl (S.T.); khojan@ump.edu.pl (K.H.)
² Neurorehabilitation Ward, Greater Poland Provincial Hospital, 60-480 Poznan, Poland
³ Institute of Automatic Control, Lodz University of Technology, 90-537 Łódź, Poland; igorzubrycki@p.lodz.pl
⁴ Egzotech sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland; dominika.kozak@egzotech.com (D.K.); michael.mikulski@egzotech.com (M.M.); anna.poswiata@egzotech.com (A.P.)
⁵ Department of Physiotherapy, University of Health Science, 85-067 Bydgoszcz, Poland
⁶ Department of Rehabilitation, Greater Poland Cancer Centre, 61-866 Poznan, Poland
* Correspondence: trzmiel@ump.edu.pl; Tel.: +48-618546573

Abstract: The aim of this study was to compare the effectiveness of traditional neurological rehabilitation and neurological rehabilitation combined with a rehabilitation robot for patients with post-COVID-19 fatigue syndrome. Eighty-six participants transferred from intensive care units due to post-viral fatigue after COVID-19 were randomly divided into two groups: the intervention group and the control group. The control group received standard neurological rehabilitation for 120 min a day, while the intervention group received the same neurological rehabilitation for 75 min a day, complemented by 45 min of exercises on the rehabilitation robot. The Berg scale, Tinetti scale, six-minute walking test, isokinetic muscle force test, hand grip strength, Barthel Index, and Functional Independence Measure were used to measure the outcomes. Both groups improved similarly during the rehabilitation. Between groups, a comparison of before/after changes revealed that the intervention group improved better in terms of Functional Independence Measure ($p = 0.015$) and mean extensor strength ($p = 0.023$). The use of EMC-driven robots in the rehabilitation of post-COVID-19 fatigue syndrome patients was shown to be effective.

Keywords: SARS-CoV-2; exercises; hand grip strength; occupational therapy; physiotherapy

1. Introduction

In recent years, a new global health problem emerged due to the novel coronavirus—SARS-CoV-2—causing coronavirus disease 2019 (COVID-19). This virus, which first appeared in China, has quickly spread worldwide, causing a global pandemic. In addition to the characteristic symptoms of respiratory tract infections, such as fever, cough, or fatigue, in the course of COVID-19, many other symptoms are likely to appear, including loss of taste and smell, sore throat, headache, muscle or joint pain, skin rash, nausea and vomiting, and dizziness [1]. In the vast majority of cases, the course of the disease is mild (80%), according to the WHO. However, some patients require hospitalization, and the condition might even lead to death. Importantly, not only the course of COVID-19 constituted a public health problem [2]. It is estimated that up to 20% of patients who had recovered suffered from long-term complications after contracting COVID-19 [3,4], which was also observed in patients with a mild course of the disease [5].

A similar phenomenon has also been reported for other viral diseases. Tansey et al. [6] showed that in the case of the SARS-CoV-1 virus epidemic, which took place in 2003, over half of the patients discharged from hospitals after treatment of the disease developed fatigue syndrome. Among the respondents, as many as 64% experienced fatigue after


Citation: Trzmiel, T.; Marchewka, R.; Pieczyńska, A.; Zasadzka, E.; Zubrycki, I.; Kozak, D.; Mikulski, M.; Poświata, A.; Tobis, S.; Hojan, K. The Effect of Using a Rehabilitation Robot for Patients with Post-Coronavirus Disease (COVID-19) Fatigue Syndrome. *Sensors* **2023**, *23*, 8120. <https://doi.org/10.3390/s23198120>

Academic Editor: Julian I. Lordachita

Received: 13 August 2023
Revised: 23 September 2023
Accepted: 25 September 2023
Published: 27 September 2023


Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Sensors **2023**, *23*, 8120. <https://doi.org/10.3390/s23198120> <https://www.mdpi.com/journal/sensors>

3.1.8. Wpływ zastosowania robota rehabilitacyjnego u pacjentów z zespołem zmęczenia po chorobie koronawirusowej (COVID-19).

Cel:

Celem pracy było porównanie skuteczności tradycyjnej rehabilitacji neurologicznej z rehabilitacją neurologiczną skojarzoną z robotem rehabilitacyjnym u pacjentów z zespołem zmęczenia po przebyciu Covid-19.

Wnioski:

W świetle wyników niniejszego badania wdrożenie robotów sterowanych EMG w rehabilitacji pacjentów z zespołem zmęczenia po przebyciu Covid-19 jest skuteczne. Zastąpienie części tradycyjnej rehabilitacji rehabilitacją robotyczną nie wpłynęło negatywnie na wyniki rehabilitacji. Nasze wyniki wskazują, że wdrożenie rehabilitacji robotycznej u pacjentów z zespołem zmęczenia pokoronawirusowego w programach rehabilitacyjnych może być wspierane.

Cit.:

Trzmiel, T.; Marchewka, R.; Pieczyńska, A.; Zasadzka, E.; Zubrycki, I.; Kozak, D.; Mikulski, M.; Poświata, A.; Tobis, S.; Hojan, K. *The Effect of Using a Rehabilitation Robot for Patients with Post-Coronavirus Disease (COVID-19) Fatigue Syndrome*. *Sensors* **2023**, *23*, 8120.

<https://www.mdpi.com/1424-8220/23/19/8120>

3

Lista publikacji

Evaluation of Neurological Disorders in Isokinetic Dynamometry and Surface Electromyography Activity of Biceps and Triceps Muscles

Anna Rokseła^{1,2}[0000-0002-5286-4586], Anna Poświata², Jarosław Śmieja³[0000-0002-6120-4424], Dominika Kozak²[0000-0001-8741-4166], Katarzyna Bienias², Jakub Ślaga⁴, and Michał Mikulski²

¹ Faculty of Automatic Control, Electronics, and Computer Science, PhD School, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland, arokseła@polsl.pl,

² EGZOTech Sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland,

³ Faculty of Automatic Control, Electronics, and Computer Science, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland,

⁴ Wellness Progressive Group Ltd., Department of International Learning Centre, London, United Kingdom 63/66 Hatton Garden, Fifth Floor, Suite 23, London, England, EC1N 8L

Abstract. Diagnosing neurological disorders and tracking rehabilitation progress requires objective, quantitative measures. Isokinetic exercises are commonly employed to evaluate muscle strength and activity. However, repetitive, quantitative assessment of the tests performed during these exercises can be difficult, especially for patients with neurological disorders. Usually, either dynamometric or sEMG measurements are used. This study is concerned with the evaluation of the applicability and reliability of these two measurement techniques, based on analysis of elbow flexion and extension supported by the Luna EMG rehabilitation robot, aimed at the evaluation of the activity of the biceps and triceps muscles. Dynamometric and surface electromyography measurements are compared with respect to their repeatability between sessions and days, and their ability to differentiate impaired limbs from healthy ones.

Keywords: rehabilitation robotics, neurological disorders, electromyography, dynamometry, isokinetic tests

1 Introduction

Stroke is ranked as the second leading cause of death worldwide, however, the high morbidity also results in 50 % of survivors suffering from chronic disability [1]. One of the most important areas affected by stroke is motor skills. Precise, sensitive muscle strength and activity testing methods are needed to evaluate muscle functioning in patients with neurological disorders. Biomedical engineering provides valid, reliable, and sensitive evaluation tools that, when used alongside clinical measures, can support clinical decision-making and supply richer

3.1.9. Ocena zaburzeń neurologicznych w dynamometrii izokinetycznej i aktywności z elektromiografii powierzchniowej mięśni dwugłowego i trójgłowego ramienia.

Cel:

Praca dotyczy oceny przydatności i wiarygodności tych dwóch technik pomiarowych w oparciu o analizę zgięcia i wyprostowania łokcia wspomaganego robotem rehabilitacyjnym Luna EMG, mającą na celu ocenę aktywności mięśnia dwugłowego i trójgłowego ramienia.

Wnioski:

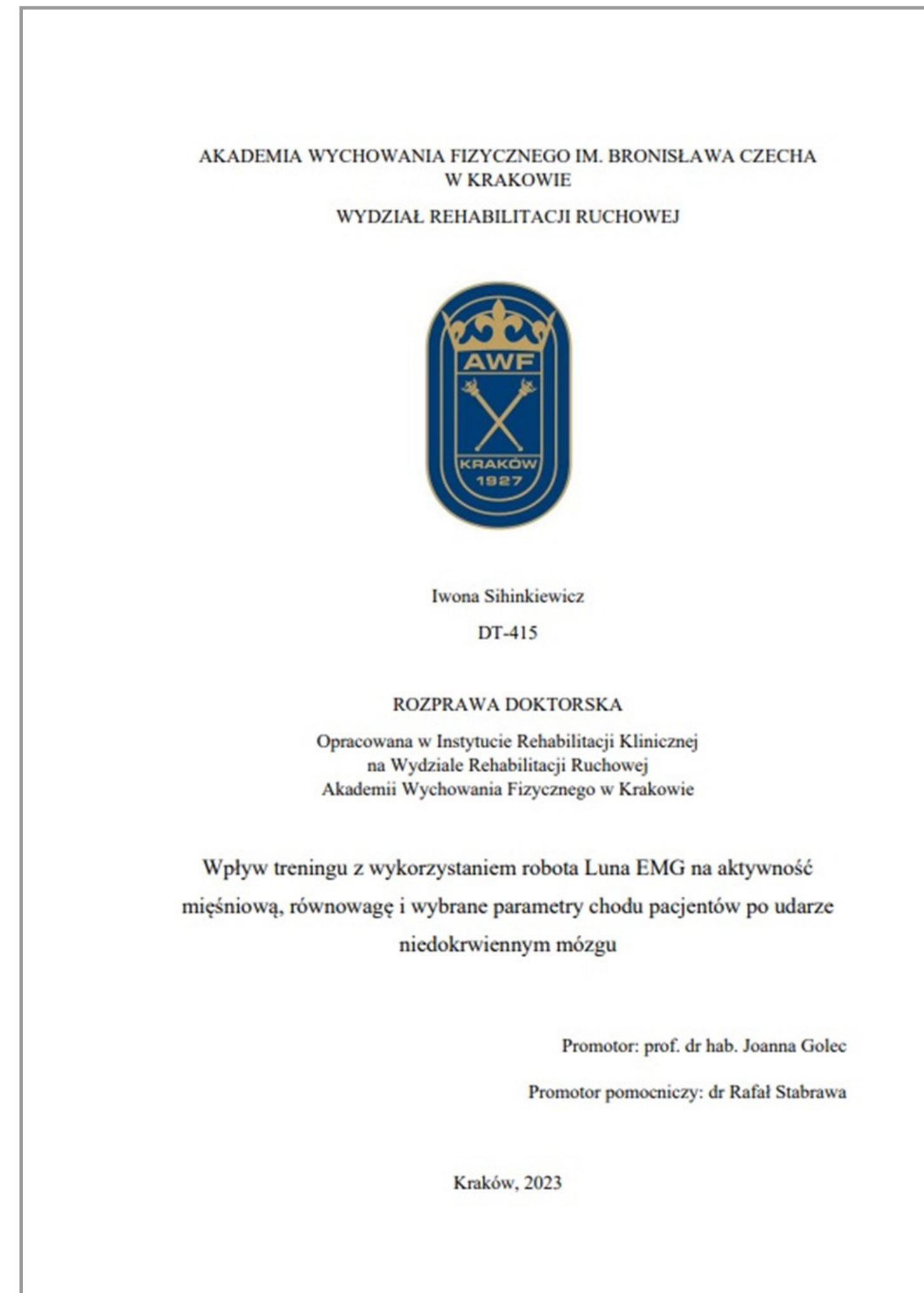
Badanie uwydatniło obietnice i wyzwania związane ze stosowaniem dynamometrii izokinetycznej i testu elektromiografii powierzchniowej do oceny siły i aktywności mięśni. Zaleca się przeprowadzanie testów izokinetycznych z użyciem robota rehabilitacyjnego, który umożliwia oba rodzaje pomiarów, aby dostarczyć klinicystom cennych mierników wyników w ocenie postępu zaburzeń neurologicznych.

Cit.:

Rokseła, A.; Poświata, A.; Śmieja, J.; Kozak, D.; Bienias, K.; Ślaga, J.; Mikulski, M. *Evaluation of Neurological Disorders in Isokinetic Dynamometry and Surface Electromyography Activity of Biceps and Triceps Muscles*. In: Strumiłło, P., Klepaczek, A., Strzelecki, M., Bociąga, D. (eds) *The Latest Developments and Challenges in Biomedical Engineering. PCBEE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 746. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38430-1_25
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-38430-1_25#citeas

3

Lista publikacji



3.1.10. Wpływ treningu z wykorzystaniem robota Luna EMG na aktywność mięśniową, równowagę i wybrane parametry chodu pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu.

Cel:

Celem badań była ocena wpływu treningu bezpośrednio zajętej kończyny dolnej z wykorzystaniem robota Luna EMG na aktywność mięśniową, równowagę i prędkość chodu pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu.

Wnioski:

Wprowadzenie treningu kończyny dolnej bezpośrednio zajętej wykorzystującego reaktywną elektromiografię, za pomocą robota Luna EMG, do powszechnie stosowanego programu usprawniania, pozwala uzyskać istotną poprawę funkcjonalną pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu. Wykorzystanie nowoczesnej technologii w powszechnie stosowanym programie usprawniania pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu umożliwia osiągnięcie efektywnej terapii, z mniejszym fizycznym obciążeniem fizjoterapeuty.

Cit.:


Sihinkiewicz I. *The impact of training with the Luna EMG usage on muscle activity, balance and selected gait parameters of patients after ischemic stroke [doctoral dissertation]*. Kraków: Bronisław Czech University of Physical Education in Kraków; 2023. Supervisor: Prof. Joanna Golec, PhD. Assistant Supervisor: Dr. Rafał Stabrawa.

<https://bip.awf.krakow.pl/attachments/article/1771/Sihinkiewicz%20poprawione.pdf>

3

Lista publikacji

UNIwersYTET JANA DŁUGOSZA W CZĘSTOCHOWIE
Sport i Turystyka. Środkowoeuropejskie Czasopismo Naukowe 2023, t. 6, nr 3

 <http://dx.doi.org/10.16926/sit.2023.03.07>

Lea FRENTZ* William GALLOU*
Amélie GRAN* Ines JEROME*
Clement LECLERCQ* Aleksandra KIPER**

Systematic Review of EMG-Driven Robots in Lower Extremity Post-Stroke Rehabilitation

How to cite [jak cytować]: Frentz, L., Gallou, W., Gran, A., Jerome, I., Leclercq, C., & Kiper, A. (2023). Systematic Review of EMG-Driven Robots in Lower Extremity Post-Stroke Rehabilitation. *Sport i Turystyka. Środkowoeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 6(3), 119–131.

Systematyczny przegląd piśmiennictwa dotyczący wykorzystania robotów EMG w rehabilitacji kończyny dolnej u osób po udarze mózgu

Streszczenie

Udar mózgu jest powszechnym problemem zdrowotnym na całym świecie, często powodującym deficyty kończyn dolnych i stanowiącym znaczne wyzwanie dla fizjoterapeutów w zakresie rehabilitacji chodu. Wraz z postępem technologicznym, opracowano nowe narzędzia rehabilitacyjne, takie jak roboty sterowane za pomocą elektromiografii (EMG). Jednakże, ze względu na ich wysoki koszt, konieczne jest zbadanie ich skuteczności w rehabilitacji. W związku z tym celem tej pracy było określenie skuteczności terapii z wykorzystaniem robotów sterowanych EMG w porów-

* MSc. Physiotherapy Department, LUNEX International University of Health, Exercise & Sports, Differdange, Luxembourg; corresponding author: Amélie Gran, gran.amelie@stud.lunex-university.net
** MSc. Physiotherapy Department, Institute of Health Science, College of Medical Sciences, University of Rzeszow, Poland

received: 12.11.2022; accepted: 7.04.2023

3.1.11. Systematyczny przegląd piśmiennictwa dotyczący wykorzystania robotów EMG w rehabilitacji kończyny dolnej u osób po udarze mózgu.

Cel:

Celem tego przeglądu było zbadanie aktualnej literatury na temat skuteczności robotów sterowanych EMG w kontroli chodu w fizjoterapeutycznym leczeniu pacjentów po udarze mózgu. Pytanie badawcze brzmiało: „Jaki jest wpływ robotów sterowanych EMG na rehabilitację chodu u dorosłych pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu w porównaniu z konwencjonalnym treningiem fizjoterapeutycznym (CPT)?”.

Wnioski:

Podsumowując, nie można wyciągnąć żadnych istotnych wniosków na temat skuteczności samych robotów napędzanych EMG w leczeniu chodu pacjentów po udarze w porównaniu z konwencjonalnym treningiem fizjoterapeutycznym, wydaje się jednak, że najkorzystniejsze byłoby podejście mieszane łączące oba te rozwiązania.

Cit.:

Frentz, L., Gallou, W., Gran, A., Jerome, I., Leclercq, C., Kiper, A. *Systematic Review of EMG-Driven Robots in Lower Extremity Post-Stroke Rehabilitation*. *Sport i Turystyka. Środkowoeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 6(3), 119–131. (2023).

<https://czasopisma.ujd.edu.pl/index.php/sport/article/view/1897>

3

Lista publikacji








MEDICAL SCIENCE MONITOR CLINICAL RESEARCH

e-ISSN 1643-3
© Med Sci Monit, 2024; 30: e942
DOI: 10.12659/MSM.942

Received: 2023.09.05
Accepted: 2023.10.31
Published online: 2023.11.15
Published: 2024.01.05

Evaluation of Reliability of the Luna EMG Rehabilitation Robot to Assess Proprioception in the Upper Limbs in 102 Healthy Young Adults

Authors' Contribution: Study Design: A, Data Collection: B, Statistical Analysis: C, Data Interpretation: D, Manuscript Preparation: E, Literature Search: F, Funds Collection: G

ABDEF 1 Justyna Leszczak 
BCF 1 Andżelina Wolan-Nieroda 
DEF 1 Mariusz Drużbicki 
AEF 2 Anna Poświata 
AEF 2 Michał Mikulski 
AEF 2,3 Anna Rokseła 
AEF 1 Agnieszka Guzik 

1 Institute of Health Sciences, Medical Faculty, University of Rzeszów, Rzeszów, Poland
2 EGZOTech, Sp. z o.o., Gliwice, Poland
3 Faculty of Automatic Control, Electronics, and Computer Science, PhD School, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Corresponding Author: Justyna Leszczak, e-mail: jleszczak@ur.edu.pl
Financial support: The research presented in this paper was co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund, Smart Growth Operational Programme, grant no. POIR.01.01.01-00-2077/15 "Development of innovative methods of automatic diagnostics and rehabilitation using robots and bioelectric measurements"
Conflict of interest: None declared

Background: Proprioception, the body's ability to perceive its own position and movement, is fundamental for motor control and coordination. Reliable assessment tools are essential, particularly for conditions affecting proprioceptive function. This study aimed to evaluate the external and internal compliance of the Luna EMG multifunction robotic device in assessing proprioception.

Material/Methods: The study involved 102 healthy students (31 men and 71 women; mean age 22.2±1.46 years), assessing proprioception using the Luna EMG for the upper limbs. Two investigators conducted measurements, which were repeated after 2 weeks under identical conditions.

Results: Based on the identified values of the interclass correlation coefficient (ICC) (ICC=0.969-0.997), which is a key measure of agreement between 2 assessments, the study shows a high agreement of measurements both between investigators (for right hand: P=0.3484 [Exam 1]; P=1.0000 [Exam 2]; for left hand: P=0.1092 [Exam 1]; P=0.7706 [Exam 2]) and between the examinations (for right hand: 0.1127 [Investigator 1]; 0.2113 [Investigator 2]; for left hand: P=0.0087 [Investigator 1]; P=0.1466 [Investigator 2]). The Bland-Altman analysis showed very small inter-rater deviations, approximately 0.05° in the first examination for the left side and 0.04° for the right side. The highest deviation between the examinations, amounting to 0.08°, was identified for the left side.

Conclusions: The study shows that the Luna EMG multifunction robotic device enables a reliable evaluation of upper limb proprioception. Measurements performed using this device show high internal and external consistency in the assessment of the proprioceptive senses of the upper limb in 102 healthy young adults.

Keywords: Proprioception • Reproducibility of Results • Robotics • Rehabilitation

Abbreviations: EMG – electromyography; ICC – interclass correlation coefficient; WDT – weight detection test; ARPT – arm ruler positioning test; JPS – joint position sense; SEM – standard error of measurement; N – number of observations; Me – median; \bar{x} – mean; Min. – minimum value; Max. – maximum value; Q1 – lower quartile; Q3 – upper quartile; SD – standard deviation; CV – coefficient of variation; JPS – joint position sense

Full-text PDF: <https://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/942439>

2664 4 4 28

3.1.12. Ocena niezawodności robota rehabilitacyjnego Luna EMG w ocenie propriocepcji kończyn górnych u 102 zdrowych młodych dorosłych.

Cel:

Celem badania było zbadanie zgodności zewnętrznej i wewnętrznej (tj. niezawodności między- i wewnątrzogniskowej) wielofunkcyjnego urządzenia Luna EMG jako narzędzia do oceny propriocepcji kończyny górnej.

Wnioski:

Wielofunkcyjny robot Luna EMG jest niezawodnym narzędziem w ocenie propriocepcji kończyny górnej. Pomiary wykonane aparatem Luna EMG wykazują wysoką spójność wewnętrzną i zewnętrzną w ocenie zmysłów proprioceptywnych kończyn górnych w grupie 102 zdrowych młodych dorosłych.

Cit.:

Leszczak, J.; Wolan-Nieroda, A.; Drużbicki, M.; Poświata, A.; Mikulski M.; Rokseła, A.; Guzik A. *Evaluation of Reliability of the Luna EMG Rehabilitation Robot to Assess Proprioception in the Upper Limbs in 102 Healthy Young Adults*. *Med Sci Monit*, 2024; 30: e942439.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10775584/>

3

Lista publikacji

Wydawnictwo UR 2024
ISSN 2544-1361 (online) <http://www.ejcem.ur.edu.pl/en/>
European Journal of Clinical and Experimental Medicine
Eur J Clin Exp Med 2024

Assessment of external and internal compliance of the Luna EMG robot as a tool for assessing upper limb proprioception in people after stroke

Leszczak Justyna¹, Pniak Bogumiła^{1,2}, Poświata Anna³, **Rokseła Anna^{3,4}**, Mikulski Michał³, Druźbicki Mariusz¹, Guzik Agnieszka¹

¹Institut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Naum Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów
²Szpital Uzdrawiskowo-Rehabilitacyjny „Excelsior” w Iwoniczu Zdroju
³EGZOTech Sp. z o.o., 44-100 Gliwice
⁴Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice

Introduction: The aim of the study was to assess the external and internal compliance of the Luna EMG multifunctional robot as a tool for assessing upper limb proprioception in people after stroke.

Material and methods: The study was conducted among people in the late phase after stroke. A total of 126 respondents participated in the study, including 78 women and 48 men. The median age recorded was nearly 60 years. Proprioception measurements were performed using the Luna EMG diagnostic and rehabilitation robot to assess the left and right upper limb. The study was conducted by 2 researchers, twice, 2 weeks apart. The results were compared between the researchers and the studies.

Results: High compliance of the measurements performed for the right hand was confirmed by the interclass correlation coefficients ICC (0.996-0.998) and for the left hand ICC (0.994-0.999) as well as Pearson's linear correlation, which in all cases, both when examining the compliance between the studies and between the researchers, was recorded at a very high level. level (r=1.00) for the right and left hand.

Conclusions: Measurements performed by the multifunctional Luna EMG robot demonstrate high internal and external compliance in the assessment of proprioceptive sense of the upper limb in people after stroke. Studies have shown that the diagnostic and rehabilitation robot is a reliable tool in assessing upper limb proprioception in people after stroke.

Keywords: Luna EMG diagnostic and rehabilitation robot, proprioception, rehabilitation, upper limb

3.1.13. Ocena podatności zewnętrznej i wewnętrznej robota Luna EMG jako narzędzie do oceny propriocepcji kończyny górnej u osób po udarze mózgu.

Cel:

Celem pracy była ocena podatności zewnętrznej i wewnętrznej wielofunkcyjnego robota Luna EMG jako narzędzia do oceny propriocepcji kończyny górnej u osób po udarze mózgu.

Wnioski:

Pomiary wykonane wielofunkcyjnym robotem Luna EMG wykazują wysoką zgodność wewnętrzną i zewnętrzną w ocenie czucia proprioceptywnego kończyny górnej u osób po udarze mózgu. Badania wykazały, że robot diagnostyczno-rehabilitacyjny jest niezawodnym narzędziem w ocenie propriocepcji kończyny górnej u osób po udarze mózgu.

Cit.:

Leszczak, J.; Pniak, B.; Poświata, A.; Rokseła, A.; Mikulski, M.; Druźbicki, M.; Guzik, A. Assessment of external and internal compliance of the Luna EMG robot as a tool for assessing upper limb proprioception in people after stroke. *European Journal of Clinical & Experimental Medicine*, 2024, p64

https://www.ejcem.ur.edu.pl/system/tdf/ejcem_konf_3_2024_0.pdf?file=1&type=node&id=2338&force=

3

Lista publikacji

3.1.14. Skuteczność rehabilitacji robotycznej w poprawie siły mięśniowej i mobilności u pacjentów ze stwardnieniem rozсіяnym.

Cel:

Celem tego badania była ocena wpływu robota rehabilitacyjnego (RR) LUNA-EMG na siłę mięśni, równowagę i chód u pacjentów ze stwardnieniem rozсіяnym (SM).

Wnioski:

Wyniki tego badania pokazują, że stosowanie RR doprowadziło do znacznej poprawy siły mięśni u pacjentów ze stwardnieniem rozсіяnym, szczególnie mięśnia czworogłowego i mięśni grupy tylnej uda. Jednakże nie zaobserwowano znaczących różnic w równowadze, chodzie, jakości życia ani propriocepcji pomiędzy grupą RR a grupą kontrolną. Odkrycia te sugerują, że rehabilitacja wspomagana robotem, którą ułatwia robot LUNA-EMG, jest obiecującą metodą zwiększania siły mięśni u pacjentów ze stwardnieniem rozсіяnym. Dalsze badania na większej próbie są uzasadnione w celu potwierdzenia tych ustaleń i zbadania dodatkowych wyników.



Cit.:

Houlmont, F; Cassol, H; Maertens de Noordhout, B Thibaut, A. ; Roncins, J.; Guillaume, D.; Maillard, B.; Kaux, J-F. *Effectiveness of robotic rehabilitation in improving muscular strength and mobility in patients with multiple sclerosis. 24th European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine - ESPRM, 2024.*

<https://orbi.uliege.be/handle/2268/316661>

3

Lista publikacji



Article

LUNA EMG as a Marker of Adherence to Prehabilitation Programs and Its Effect on Postoperative Outcomes among Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Suspected Ovarian Tumors

Marcin Adam Zębalski ¹, Krzysztof Parysek ², Aleksandra Krzywón ^{3,*} and Krzysztof Nowosielski ^{1,*}

¹ Department of Gynecology, Obstetrics and Gynecological Oncology, University Clinical Center of the Medical University of Silesia, 40-752 Katowice, Poland; marcin.zebalski@sum.edu.pl
² Department of Movement Rehabilitation and Physical Therapy, University Clinical Center of the Medical University of Silesia, 40-752 Katowice, Poland; parys3k@gmail.com
³ Department of Biostatistics and Bioinformatics, Maria Skłodowska-Curie National Research Institute of Oncology, Gliwice Branch, 44-102 Gliwice, Poland; aleksandra.krzywón@gliwice.nio.gov.pl
* Correspondence: k.nowosielski@sum.edu.pl; Tel.: +48-32-789-4731
† These authors contributed equally to this work.

Simple Summary: Prehabilitation is a multimodal intervention including preoperative exercises, a high-protein diet, psychological support, smoking/alcohol cessation, and the optimization of preoperative laboratory results. The effectiveness of prehabilitation is different for each patient and depends on many factors. Ensuring reliable compliance with prehabilitation recommendations and active patient involvement are pivotal. To accurately assess patient adherence to prehabilitation guidelines, it is crucial to employ innovative assessment tools. To the best of our knowledge, this is the first study utilizing a LUNA EMG device as a marker of prehabilitation compliance. In this study, we implemented a prehabilitation program in a group of patients with suspected ovarian cancer and compared the results with those of the control group in which only the ERAS protocol was used. We observed an improvement in muscle strength and tension during the prehabilitation program and found an association between prehabilitation using this device and fewer complications and shorter hospital stays compared to the control group.

Abstract: Background: Prehabilitation is a novel strategy in preoperative management. The aim of this study was to investigate the effect of prehabilitation programs on peri- and postoperative outcomes and to verify if LUNA EMG has the capacity to monitor compliance with prehabilitation programs. Methods: A total of seventy patients with suspected ovarian cancer were recruited between April 2021 and September 2022 and were divided into a prehabilitation group (36 patients) or a control group (34 patients). A LUNA EMG device was utilized to monitor muscle strength and tension. Results: Within the prehabilitation group, we observed a significant increase in the 6-Minute Walk Test distance by 17 m (median, IQR: 0–42.5, $p < 0.001$) and a significant increase in muscle strength measured with LUNA EMG. In comparison to the control group, the prehabilitation group showed fewer complications according to the Clavien–Dindo classification (47.2% vs. 20.6%, $p = 0.02$) and shorter postoperative hospital stays (median 5.0 days [IQR: 4.0–6.2] vs. 7.0 days [IQR: 6.0–10.0], $p < 0.001$). Conclusion: Prehabilitation has a positive effect on physical capacity and muscle strength and is associated with a reduction in the number of complications after surgery. LUNA EMG can be a useful tool for monitoring patients' adherence to prehabilitation programs.

Keywords: prehabilitation; LUNA EMG; ERAS; ovarian cancer

check for updates

Citation: Zębalski, M.A.; Parysek, K.; Krzywón, A.; Nowosielski, K. LUNA EMG as a Marker of Adherence to Prehabilitation Programs and Its Effect on Postoperative Outcomes among Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Suspected Ovarian Tumors. *Cancers* **2024**, *16*, 2493. <https://doi.org/10.3390/cancers16142493>

Academic Editor: Linus T. Chuang

Received: 27 June 2024
Accepted: 2 July 2024
Published: 9 July 2024

Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

3.1.15. LUNA EMG jako marker przestrzegania programów prehabilitacji i jego wpływ na wyniki pooperacyjne u pacjentek poddawanych zabiegom cytoredukcyjnym z powodu raka jajnika i podejrzenia guzów jajnika.

Cel:

Celem pracy jest ocena wpływu preparatu multimodalnego zawartego w protokole prehabilitacyjnym na częstość powikłań pooperacyjnych i czas hospitalizacji po operacji u kobiet zakwalifikowanych do zabiegu cytoredukcyjnego z powodu zaawansowanego raka jajnika. Drugim celem jest ocena, czy LUNA EMG może służyć jako przydatne narzędzie do oceny przestrzegania przez pacjenta protokołu prehabilitacji.

Wnioski:



Zaproponowany w badaniu program prehabilitacji poprawia siłę mięśni i wydolność fizyczną, co zmniejsza liczbę powikłań pooperacyjnych i skraca czas hospitalizacji. Badanie napięcia mięśni za pomocą urządzenia LUNA EMG może być przydatnym narzędziem do monitorowania postępów przygotowania fizycznego.

Cit.:

Zębalski, MA, Parysek K, Krzywón, A, Nowosielski K. *LUNA EMG as a Marker of Adherence to Prehabilitation Programs and Its Effect on Postoperative Outcomes among Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Suspected Ovarian Tumors*. *Cancers* 2024, 16(14), 2493; <https://www.mdpi.com/2072-6694/16/14/2493>

3

Lista publikacji



Article

LUNA EMG as a Marker of Adherence to Prehabilitation Programs and Its Effect on Postoperative Outcomes among Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Suspected Ovarian Tumors

Marcin Adam Zębalski ¹, Krzysztof Parysek ², Aleksandra Krzywon ^{3,*} and Krzysztof Nowosielski ^{1,*}

¹ Department of Gynecology, Obstetrics and Gynecological Oncology, University Clinical Center of the Medical University of Silesia, 40-752 Katowice, Poland; marcin.zebalski@sum.edu.pl
² Department of Movement Rehabilitation and Physical Therapy, University Clinical Center of the Medical University of Silesia, 40-752 Katowice, Poland; parys3k@gmail.com
³ Department of Biostatistics and Bioinformatics, Maria Skłodowska-Curie National Research Institute of Oncology, Gliwice Branch, 44-102 Gliwice, Poland; aleksandra.krzywon@gliwice.nio.gov.pl
* Correspondence: k.nowosielski@sum.edu.pl; Tel.: +48-32-789-4731
† These authors contributed equally to this work.

Simple Summary: Prehabilitation is a multimodal intervention including preoperative exercises, a high-protein diet, psychological support, smoking/alcohol cessation, and the optimization of preoperative laboratory results. The effectiveness of prehabilitation is different for each patient and depends on many factors. Ensuring reliable compliance with prehabilitation recommendations and active patient involvement are pivotal. To accurately assess patient adherence to prehabilitation guidelines, it is crucial to employ innovative assessment tools. To the best of our knowledge, this is the first study utilizing a LUNA EMG device as a marker of prehabilitation compliance. In this study, we implemented a prehabilitation program in a group of patients with suspected ovarian cancer and compared the results with those of the control group in which only the ERAS protocol was used. We observed an improvement in muscle strength and tension during the prehabilitation program and found an association between prehabilitation using this device and fewer complications and shorter hospital stays compared to the control group.

Abstract: Background: Prehabilitation is a novel strategy in preoperative management. The aim of this study was to investigate the effect of prehabilitation programs on peri- and postoperative outcomes and to verify if LUNA EMG has the capacity to monitor compliance with prehabilitation programs. Methods: A total of seventy patients with suspected ovarian cancer were recruited between April 2021 and September 2022 and were divided into a prehabilitation group (36 patients) or a control group (34 patients). A LUNA EMG device was utilized to monitor muscle strength and tension. Results: Within the prehabilitation group, we observed a significant increase in the 6-Minute Walk Test distance by 17 m (median, IQR: 0–42.5, $p < 0.001$) and a significant increase in muscle strength measured with LUNA EMG. In comparison to the control group, the prehabilitation group showed fewer complications according to the Clavien–Dindo classification (47.2% vs. 20.6%, $p = 0.02$) and shorter postoperative hospital stays (median 5.0 days [IQR: 4.0–6.2] vs. 7.0 days [IQR: 6.0–10.0], $p < 0.001$). Conclusion: Prehabilitation has a positive effect on physical capacity and muscle strength and is associated with a reduction in the number of complications after surgery. LUNA EMG can be a useful tool for monitoring patients' adherence to prehabilitation programs.

Keywords: prehabilitation; LUNA EMG; ERAS; ovarian cancer

check for updates

Citation: Zębalski, M.A.; Parysek, K.; Krzywon, A.; Nowosielski, K. LUNA EMG as a Marker of Adherence to Prehabilitation Programs and Its Effect on Postoperative Outcomes among Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Suspected Ovarian Tumors. *Cancers* **2024**, *16*, 2493. <https://doi.org/10.3390/cancers16142493>

Academic Editor: Linus T. Chuang

Received: 27 June 2024
Accepted: 2 July 2024
Published: 9 July 2024

Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

3.1.16. Elektromiografia powierzchniowa a pomiary wyników klinicznych po treningu chodu wspomaganym robotem u pacjentów z urazem rdzenia kręgowego po podostrej fazie rehabilitacji.

Cel:

Celem badania była ocena przydatności sEMG do pomiaru wyników u pacjentów z podostrym SCI (uraz rdzenia kręgowego), którzy przeszli RAGT (trening chodu z asystą robota), w porównaniu z tymi, którzy przeszli DPT (dynamiczny trening na parapodium). Drugorzędym celem było powiązanie zmian sEMG ze stanem klinicznym, testowanym przy użyciu skal funkcjonalnych (w tym spastyczności) i testów siły mięśni.

Wnioski:

sEMG może stanowić cenne uzupełnienie podstawowego badania pacjentów po urazie rdzenia kręgowego (skala czynnościowa i neurologiczna). Wyzwaniem w wykonaniu badania sEMG może być jednak zmęczenie mięśni, które częściej obserwuje się u pacjentów z SCI po DPT niż po RAGT. Kinematyka stawu kolanowego jest ważnym parametrem w ocenie pacjentów poddawanych RAGT, który może złagodzić spastyczność u pacjentów z niepełnym SCI.

Cit.:

Korczyński, B., Frasuńska, J., Poświata, A., Siemianowicz, A., Mikulski, M., Tarnacka, B. *Surface electromyography vs clinical outcome measures after robot-assisted gait training in patients with spinal cord injury after post-acute phase of rehabilitation*. *Ann Agric Environ Med*. 2024

<https://www.aem.pl/Surface-electromyography-vs-clinical-outcome-measures-after-robot-assisted-gait-training,189609,0,2.html>

3


Lista publikacji

What's hot? Wissenschaftlicher Jahresrückblick

Knie J.
<https://doi.org/10.1007/s43205-023-00238-3>
Angenommen: 8. August 2023

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

Redaktion
Thore Zantop, Straubing



EMG – Blick in die Muskulatur mit Hilfe von Elektromyographie

Einsatz von EMG-Geräten im therapeutischen Alltag

Sebastian Stemmler^{1,2}
¹ Medical Park Chiemsee, Barmsee-Felden, Deutschland
² Medical Park Prien Kronprinz, Prien a. Chiemsee, Deutschland


Ein Blick in die Muskulatur: Wie EMG-Geräte den therapeutischen Alltag bereichern können

Wie viele andere Bereiche der modernen Arbeitswelt durchläuft auch die klassische Physiotherapie in den letzten Jahren einen deutlich spürbaren Wandel. Im Zuge knapper Personalressourcen, dem Wunsch nach flexiblen Trainings- und Therapiezeiten für Patient:innen sowie Optimierungsmaßnahmen in innerbetrieblichen Prozessabläufen nimmt die Technologisierung auch in diesem Bereich immer stärker zu. Auch die Corona-Pandemie hat die Digitalisierung in der Therapie beschleunigt.

Digital gestützte Kraftgeräte, Biofeedback während des Trainings sowie Therapie-Apps gehören längst zum Alltag. Auf dem Gebiet der Prävention und der Nachbehandlung nach operativen Eingriffen sind diese Begrifflichkeiten nicht mehr wegzudenken und fester Bestandteil der Therapiekonzepte vieler Einrichtungen. Der Vorteil, Therapie zusätzlich mit Spaß zu verbinden und die Gamification in Form von spielerischer, digitaler Therapie einfließen zu lassen, ist mittlerweile weit verbreitet.

Die Grundlage für eine erfolgreiche und effiziente Therapie bilden dabei nach wie vor eine genaue Diagnostik und Befundung sowie das gezielte Suchen nach Ursachen bestimmter Einschränkungen und Störungen. Bewährte klinische Untersuchungstechniken und Testungen dienen hierbei der Identifikation struktureller Veränderungen und den daraus resultierenden funktionellen Einschränkungen.

Der Einsatz von Elektromyographie (EMG-)Technologie bietet eine gute und zielgerichtete Möglichkeit, um einerseits einen detaillierten Einblick in Muskelaktivität und deren Funktionalität zu erhalten und Patient:innen darüber hinaus eine akustische oder visuelle Rückmeldung zu ermöglichen [1]. Durch die Verknüpfung des Trainings mit externen Reizen werden längerfristige Ergebnisse, eine Verbesserung der Schmerzsituation und ein höheres Aktivitätslevel erwartet [2]. Schließlich bilden die neuromuskuläre Ansteuerung und die Koordination der Erregung von Muskelzellen die Basis unserer willentlichen Bewegungsabläufe. Nur durch eine optimale Ansteuerung und Übertragung der Bewegungsbefehle kann auch ein ökonomisches Bewegungsmuster ermöglicht werden und stattfinden. Dies gilt nicht nur für koordinativ hochkomplexe und technisch anspruchsvolle Anforderungen aus dem Sport. Auch bei vermeintlich simplen Tätigkeiten des täglichen Lebens wie dem normalen Gehen in der Ebene oder dem Greifen nach einem Glas Wasser ist eine gezielte und koordinierte muskuläre Arbeit notwendig. Zusätzlich bietet sich die Möglichkeit, gerade im Hochleistungssport, funktionelle Kompensationsmechanismen aufzudecken. So beschreibt das Pain-Adaption-Modell von Hodges und Tucker, dass biomechanische Anpassungsvorgänge in der Akutphase nach Verletzungen zwar schützen können, es langfristig allerdings zu erhöhten Belastungen von Gewebe-



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Published online: 22 September 2023

Knie Journal 1

3.2. Stella BIO

3.2.1. EMG - spozrenie na mięśnie przy pomocy elektromiografii.

Cel:

Artykuł dotyczy zastosowania elektromiografii w terapii i ocenie funkcji mięśni u pacjentów. Korzyści z nowoczesnych rozwiązań w terapii.

Wnioski:

Terapia stawia obecnie większe wyzwania niż kiedykolwiek wcześniej – niezbędne jest ukierunkowane, ekonomiczne i skuteczne podejście do terapii. EMG pomaga zachować obiektywizm podczas oceny i sprawdzania skuteczności metod leczenia. Zautomatyzowane i ustandaryzowane raporty ułatwiają porównywanie parametrów na różnych etapach rehabilitacji.

Cit.:

Stemmler, S. EMG – Blick in die Muskulatur mit Hilfe von Elektromyographie. Knie J. (2023)
<https://link.springer.com/article/10.1007/s43205-023-00238-3>

3

Lista publikacji

EMG mapping technique for pinch meter robot extension

Marcel Smolinski^{1,2}[0009-0003-1277-6594], Michal Mikulski¹[0000-0003-0599-7738], and Jaroslaw Smieja²[0000-0002-6120-4424]

¹ EGZOTech Sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland <http://www.egzotech.com>
² Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science, Silesian University of Technology, Akademicka 16, 44-100 Gliwice, Poland
jaroslaw.smieja@polsl.pl

Abstract. Rehabilitation of patients with impaired grip functions involves standard exercise that should be repeated in a predefined sequence. They are aimed to gradually improve patients' ability to grip and operate objects used in daily life. Rehabilitation robots, employing surface EMG (sEMG) as a diagnostic and feedback signal may be used to support these exercises and trace the rehabilitation progress. However, to properly employ exercise regimen, information about what force should be used to hold and operate various objects is needed. This work is focused on finding the correlation between the value of sEMG signal and the force required to grip a particular object. Calibration plots obtained that way will reduce the need for additional equipment, such as specialized gloves, and at the same time provide information needed for better exercise protocols.

Keywords: EMG · mapping · force · pinch meter · robotics.

1 Introduction

SEMG (Surface Electromyography) is a non-invasive measurement technique that facilitates analysis of skeletal muscle activity by recording electrical signals generated by muscle fibers during contractions. The method involves placing electrodes on the skin surface, over the muscles being studied. SEMG allows for the assessment of muscle activation timing, intensity, and coordination.

SEMG has many applications in various fields such as sports science, rehabilitation, ergonomics, and neurophysiology (see, e.g. the review in [6]). It is used to study, e.g., muscle function, movement, and fatigue. SEMG can provide valuable information about muscle activity during different activities, such as walking, running, or weightlifting.

The results of SEMG measurements are used in a variety of ways, including understanding the mechanisms of muscle contractions, monitoring the progression of muscle disease treatment, assessing the impact of therapy and rehabilitation on muscle function, and analyzing movement and ergonomic work [1-3]. The

3.2.2. Technika mapowania EMG dla końcówki do robota z pomiarem siły ścisku.

Cel:

W tej pracy autorzy skupiają się na ćwiczeniach polegających na użyciu uchwytu typu klucz, mającym na celu poprawę zdolności do chwytania i obracania. Tego rodzaju uchwyt może reprezentować różne przedmioty, takie jak klucz do zamka, pilot do telewizora, karta kredytowa, widelec, średniej wielkości kubek, smartfon, mały lub duży talerz.

Wnioski:

Zaproponowane stanowisko kalibracyjne składające się z prostego modułu pomiaru siły z nakładką uchwytu trapezoidalnego zapewnia odpowiedni kontakt ręki dla chwytu nożycowego.



Cit.:

Smolinski, M.; Mikulski, M.; Śmieja, J. (2024). *EMG Mapping Technique for Pinch Meter Robot Extension*. In: Strumiłło, P., Klepaczko, A., Strzelecki, M., Bociąga, D. (eds) *The Latest Developments and Challenges in Biomedical Engineering. PCBEE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 746. Springer, Cham.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-38430-1_26#citeas

3

Lista publikacji



Article


Surface Electromyography Data Analysis for Evaluation of Physical Exercise Habits between Athletes and Non-Athletes during Indoor Rowing

Tomasz Grzejszczak ^{1,*}, Anna Rokseła ^{2,*}, Anna Pościwiata ², Anna Siemianowicz ³, Agnieszka Kielboń ³ and Michał Mikulski ^{2,3}

¹ Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland
² EGZOTech Sp. z o.o., 44-100 Gliwice, Poland
³ Faculty of Science and Technology, University of Silesia, 75 Palku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów, Poland
* Correspondence: tomasz.grzejszczak@polsl.pl (T.G.); anna.roksela@egzotech.com (A.R.)

Abstract: In this paper, surface electromyography (sEMG) is used to gather the activation neural signal from muscles during an indoor rowing exercise. The exercise was performed by professional athletes and amateur non-athletes. The data acquisition and processing are described to obtain a set of parameters: number of cycles, average cycle time, cycle time standard deviation, fatigue time, muscle activation time, and muscle energy. These parameters are used to draw conclusions on common non-athletes' mistakes during exercise for better training advice and a way of statistically distinguishing an athlete from a non-athlete.


Keywords: surface electromyography (sEMG); muscle activation measurement; physical exercise evaluation

 **Check for updates**

Citation: Grzejszczak, T.; Rokseła, A.; Pościwiata, A.; Siemianowicz, A.; Kielboń, A.; Mikulski, M. Surface Electromyography Data Analysis for Evaluation of Physical Exercise Habits between Athletes and Non-Athletes during Indoor Rowing. *Sensors* **2024**, *24*, 1964. <https://doi.org/10.3390/s24061964>

Academic Editor: Francesca Miraglia

Received: 29 February 2024
Revised: 16 March 2024
Accepted: 18 March 2024
Published: 19 March 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Nowadays, one can notice an increased willingness of people to take care of their personal physical development and practice amateur sports. Additionally, amateurs often use various types of equipment and gadgets to help them exercise. Wearable devices measuring some physical or physiological quantity can enhance the process of sensing and provide better coaching advice. The application of science and technology may offer a significant competitive advantage [1]. Wearable technology holds immense potential in the near future for being able to flatten the cost curve of healthcare [2].

Indoor rowing activates multiple muscles and body parts, especially arms (biceps), legs (quadriceps), and stomach muscles. Usually, the indoor rowing machine is equipped with an air resistance mechanism and a sensor that recalculates an applied pulling force. The performance is measured according to this force in each stroke. This device and its internal sensors can be used as research parameters on exercising behaviors [3,4].

In this research, the muscle activation time is measured and processed. Muscle activation time is frequently used to determine the correctness of performed tasks or to identify limits [5–7]. Muscle activation can be used to determine muscle fatigue [8–10] or can be an indicator of an illness for diagnostic purpose [11–13]. Usually, this is performed using surface electromyography (sEMG), but recent studies show the possibility of utilizing other sensors, such as an inertial measurement unit (IMU) [14–16], or contactless options with use of motion capture, computer vision, and deep learning pose estimation [17–19].

sEMG is capable of detecting muscle contraction time and strength for diagnosis and rehabilitation purposes [20,21]. Despite medical purposes and rehabilitation, sEMG is used to investigate novel approaches to human–robot interaction (HRI). Detecting muscle contractions with sEMG can be used for hand gesture recognition [22,23] or for direct manipulator control [24–26].

Sensors **2024**, *24*, 1964. <https://doi.org/10.3390/s24061964> <https://www.mdpi.com/journal/sensors>

3.2.3. Analiza danych elektromiografii powierzchniowej w celu oceny nawyków fizycznych między sportowcami a osobami nieuprawiającymi sportu podczas wioślarstwa halowego.

Cel:

Celem tego artykułu jest analiza danych elektromiografii powierzchniowej (sEMG) z mięśni dwugłowych ramienia i czworogłowych uda podczas wioślarstwa halowego. Badanie ma na celu identyfikację parametrów wydajności, częstych błędów oraz rozróżnienie między sportowcami a osobami nieuprawiającymi sportu, a także rozpoznanie jednostek z potencjałem sportowym. Ostatecznie, badanie ma na celu dostarczenie wglądu we wzorce aktywacji mięśniowej w celu poprawy zaleceń dotyczących treningu i szkolenia.

Wnioski:

Wnioski z tego badania podkreślają skuteczność pomiaru poszczególnych aktywności sportowych i identyfikują najważniejsze wnioski: profesjonaliści osiągają lepsze wyniki niż amatorzy, zmęczenie wpływa z czasem na siłę mięśni, a badanie oferuje metodę ilościowego określenia tych zjawisk. Wykorzystując czasy aktywacji mięśni i lokalne pozycje ekstremalne, a także wskaźniki zmęczenia, takie jak zmiany w amplitudzie i czasie cyklu, badanie to dostarcza cennych spostrzeżeń na potrzeby treningu i zaleceń szkoleniowych podczas ćwiczeń.

Cit.:

Grzejszczak, T.; Rokseła, A.; Pościwiata, A.; Siemianowicz, A.; Kielboń, A.; Mikulski, M. *Surface Electromyography Data Analysis for Evaluation of Physical Exercise Habits between Athletes and Non-Athletes during Indoor Rowing*. *Sensors* **2024**, *24*, 1964.

<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/6/1964>

4

Bibliografia

1. Stańczyk, K., Poświata, A., Rokseła, A., Mikulski, M. (2019). *Assessment of Muscle Fatigue, Strength and Muscle Activation During Exercises with the Usage of Robot Luna EMG, Among Patients with Multiple Sclerosis*. In: Pietka, E., Badura, P., Kawa, J., Wieclawek, W. (eds) *Information Technology in Biomedicine. ITIB 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1011. Springer, Cham.
2. Lewandowska-Sroka, Patrycja, Rafał Stabrawa, Dominika Kozak, Anna Poświata, Barbara Łysoń-Ukłańska, Katarzyna Bienias, Anna Rokseła, Marcin Kliś, and Michał Mikulski. *The influence of EMG-triggered robotic movement on walking, muscle force and spasticity after an ischemic stroke*. *Medicina* 57, no. 3 (2021): 227
3. Olczak, A.; Truszczyńska-Baszak, A.; Gniadek-Olejniczak, K. *The Relationship between the Static and Dynamic Balance of the Body, the Influence of Eyesight and Muscle Tension in the Cervical Spine in CAA Patients—A Pilot Study*. *Diagnostics* 2021, 11, 2036.
4. Olczak A, Truszczyńska-Baszak A. *Influence of the Passive Stabilization of the Trunk and Upper Limb on Selected Parameters of the Hand Motor Coordination, Grip Strength and Muscle Tension, in Post-Stroke Patients*. *J Clin Med*. 2021 May 29;10(11):2402.
5. Oleksy, Ł.; Królikowska, A.; Miła, A.; Reichert, P.; Kentel, M.; Kentel, M.; Poświata, A.; Rokseła, A.; Kozak, D.; Bienias, K.; et al. *A Reliability of Active and Passive Knee Joint Position Sense Assessment Using the Luna EMG Rehabilitation Robot*. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 15885.
6. Anna Olczak (2022) *Importance of core stability for coordinated movement of the human body in stroke rehabilitation*, *Neurological Research*, 44:1, 7-13
7. Zasadzka E, Tobis S, Trzmiel T, Marchewka R, Kozak D, Rokseła A, Pieczyńska A, Hojan K. *Application of an EMG-Rehabilitation Robot in Patients with Post-Coronavirus Fatigue Syndrome (COVID-19)-A Feasibility Study*. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 20;19(16):10398.
8. Trzmiel, T.; Marchewka, R.; Pieczyńska, A.; Zasadzka, E.; Zubrycki, I.; Kozak, D.; Mikulski, M.; Poświata, A.; Tobis, S.; Hojan, K. *The Effect of Using a Rehabilitation Robot for Patients with Post-Coronavirus Disease (COVID-19) Fatigue Syndrome*. *Sensors* 2023, 23, 8120.
9. Rokseła, A.; Poświata, A.; Śmieja, J.; Kozak, D.; Bienias, K.; Ślaga, J.; Mikulski, M. *Evaluation of Neurological Disorders in Isokinetic Dynamometry and Surface Electromyography Activity of Biceps and Triceps Muscles*. In: Strumiłło, P., Klepaczko, A., Strzelecki, M., Bociąga, D. (eds) *The Latest Developments and Challenges in Biomedical Engineering. PCBEE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 746. Springer, Cham.
10. Sińkiewicz I. *Wpływ treningu z wykorzystaniem robota Luna EMG na aktywność mięśniową, równowagę i wybrane parametry chodu pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu [rozprawa doktorska]*. Kraków: Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie; 2023. Promotor: prof. dr hab. Joanna Golec. Promotor pomocniczy: dr Rafał Stabrawa.
11. Frenzt, L, Gallou, W, Gran, A, Jerome, I, Leclercq, C, Kiper, A. *Systematic Review of EMG-Driven Robots in Lower Extremity Post-Stroke Rehabilitation*. *Sport i Turystyka. Środkowo-europejskie Czasopismo Naukowe*, 6(3), 119–131. (2023)
12. Leszczak, J.; Wolan-Nieroda, A.; Druźbicki, M.; Poświata, A.; Mikulski M.; Rokseła, A.; Guzik A. *Evaluation of Reliability of the Luna EMG Rehabilitation Robot to Assess Proprioception in the Upper Limbs in 102 Healthy Young Adults*. *Med Sci Monit*, 2024; 30: e942439.
13. Leszczak, J.; Pniak, B.; Poświata, A.; Rokseła, A.; Mikulski, M.; Druźbicki, M.; Guzik A. *Assessment of external and internal compliance of the Luna EMG robot as a tool for assessing upper limb proprioception in people after stroke*. *European Journal of Clinical & Experimental Medicine*, 2024, p64
14. Houlmont, F; Cassol, H; Maertens de Noordhout, B Thibaut, A. ; Roncins, J.; Guillaume, D.; Maillard, B.; Kaux, J-F. *Effectiveness of robotic rehabilitation in improving muscular strength and mobility in patients with multiple sclerosis*. *24th European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine - ESPRM, 2024*.
15. Zębalski, MA, Parysek K, Krzywoń, A, 3, Nowosielski K. *LUNA EMG as a Marker of Adherence to Prehabilitation Programs and Its Effect on Postoperative Outcomes among Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Suspected Ovarian Tumors*. *Cancers* 2024, 16(14), 2493;
16. Korczyński, B, Frasuńska, J, Poświata, A, Siemianowicz, A, Mikulski, M, Tarnacka, B. *Surface electromyography vs clinical outcome measures after robot-assisted gait training in patients with spinal cord injury after post-acute phase of rehabilitation*. *Ann Agric Environ Med*. 2024
17. Stemmler, S. *EMG – Blick in die Muskulatur mit Hilfe von Elektromyographie*. *Knie J.* (2023)
18. Smolinski, M.; Mikulski, M.; Śmieja, J. (2024). *EMG Mapping Technique for Pinch Meter Robot Extension*. In: Strumiłło, P., Klepaczko, A., Strzelecki, M., Bociąga, D. (eds) *The Latest Developments and Challenges in Biomedical Engineering. PCBEE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 746. Springer, Cham.
19. Grzejszczak, T.; Rokseła, A.; Poświata, A.; Siemianowicz, A.; Kiełboń, A.; Mikulski, M. *Surface Electromyography Data Analysis for Evaluation of Physical Exercise Habits between Athletes and Non-Athletes during Indoor Rowing*. *Sensors* 2024, 24, 1964



Umów
bezpłatną
prezentację
w Twojej
placówce

T: +48 32 750 49 45
E: office@egzotech.com

www.egzotech.com



 EGZOTech



 egzotech_official



 egzotech



 egzotech-robots