

Rehabilitacja kończyn górnych i dolnych z wykorzystaniem EMG i EMS



dr Anna Poświata



- Fizjoterapeutka
- Od 17 lat zajmuję się robotyką w neurorehabilitacji
- Projekty badawcze wśród pacjentów po udarze, SM, MPD,
- Doktorat z obszaru dysfunkcji dna miednicy



Elektrostymulacja Funkcjonalna Stella BIO



Robotyka wyzwalana EMG Luna EMG



FES & Roboty wyzwane EMG

1) MA Khan 2023 – Celem przeglądu była kompleksowa ocena skuteczności systemów FES w neurorehabilitacji kończyny górnej po udarze (25 badań)

2) Huo 2023 – Czy roboty z EMG są bardziej skuteczne niż standardowa rehabilitacji
(13 badań)

A systematic review on functional electrical stimulation based rehabilitation systems for upper limb post-stroke recovery

Muhammad Ahmed Khan^{1,2,3*}, Hoda Fares⁴, Hemant Ghayvat⁵, Iris Charlotte Brunner⁶, Sadasivan Puthusserypady³, Babak Razavi¹, Maarten Lansberg¹, Ada Poon² and Kimford Jay Meador¹

Effects of EMG-based robot for upper extremity rehabilitation on post-stroke patients: a systematic review and meta-analysis

Yunxia Huo^{1,2}, Xiaohan Wang^{1,2}, Weihua Zhao³, Huijing Hu^{1*} and Le Li^{1,2*}

¹Institute of Medical Research, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, China, ²Research & Development Institute of Northwestern Polytechnical University in Shenzhen, Shenzhen, China, ³Northwestern Polytechnical University Hospital, Xi'an, China

Systemy FES

Results and discussion: The review analyzed 25 studies and found that the use of FES-based rehabilitation systems resulted in favorable outcomes for the stroke recovery of upper limb functional movements, as measured by the FMA (Fugl-Meyer Assessment) (Manually controlled FES: mean difference = 5.6, 95% CI (3.77, 7.5), $P < 0.001$; BCI-controlled FES: mean difference = 5.37, 95% CI (4.2, 6.6), $P < 0.001$; EMG-controlled FES: mean difference = 14.14, 95% CI (11.72, 16.6), $P < 0.001$) and ARAT (Action Research Arm Test) (EMG-controlled FES: mean difference = 11.9, 95% CI (8.8, 14.9), $P < 0.001$) scores.



4.4 Can the effectiveness of FES systems be further enhanced by combining them with other systems/paradigm?

To enhance the performance of FES rehabilitation, it can either be combined with other rehabilitation systems (like robotic systems and exoskeletons) or any additional paradigm (like virtual reality), hence, developing a “Hybrid FES Rehabilitation System”.

4.4.1 Hybrid with other rehabilitation systems (robotics system and exoskeleton)

In (98), the integration of electrical stimulation with robotic arm training resulted in significant improvements in the range of motion for shoulder and elbow movements in subacute stroke survivors, compared to conventional robotic training. Meadmore

Roboty wyzwalane EMG

Result: Thirteen studies with 330 subjects were included. The results showed that the outcomes post intervention was significantly improved in the EMG-based robot group. Results from subgroup analyses further revealed that the efficacy of the treatment was better in patients in the subacute stage, those who received a total treatment time of less than 1000 min, and those who received EMG-based robotic therapy combined with electrical stimulation (ES).

Conclusion: The effect of EMG-based robot is superior to conventional therapies in terms of improving upper extremity motor control, spasticity and activity limitation. Further research should explore optimal parameters of EMG-based robot therapy and its long-term effects on upper limb function in post-stroke patients.



Wczesna rehabilitacja

„Pacjenci, którzy wcześniej rozpoczęli rehabilitację (7 dni po udarze) mieli lepsze długoterminowe rezultaty, niż Ci którzy rozpoczęli ją miesiąc po udarze¹”



¹Massimo Musicco, Leonardo Emberti, Giuseppe Nappi, Carlo Caltagirone, Early and long-term outcome of rehabilitation in stroke patients: The role of patient characteristics, time of initiation, and duration of interventions, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Volume 84, Issue 4, 2003, Pp: 551-558.

²Coleman, E.R., Moudgal, R., Lang, K. et al. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review. Curr Atheroscler Rep 19, 59 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11883-017-0686-6>

**Koncepcja pracy
dla każdego etapu rehabilitacji
i poziomu siły mięśniowej**

Skala Lovetta

0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5

0 – CPM lub CPM z EMS

1 – 3 ruch robotyczny wyzwalany EMG z lub bez EMS

3 – 5 ćwiczenia oporowe lub izokinetyka



Ruch bierny z EMS

Ruch bierny umożliwia utrzymanie:

- zakresu ruchomości
- elastyczności tkanek
- pamięci ruchowej

Zapobiega:

- przykurczom
- jako rozgrzewka przed ćwiczeniami

EMS – zwiększa siłę mięśniową, poprawia krążenie, redukuje spastyczność, EMS wpływa pozytywnie na neuroplastyczność

*podejście aktywne powinno być pierwszym wyborem po TKA, nie CPM, które jest rekomendowane głównie jako rozgrzewka, ale nie główna terapia

Ruch wyzwalany przez EMG

Ruch bierny to za mało

Aktywność pacjenta

Setki powtórzeń



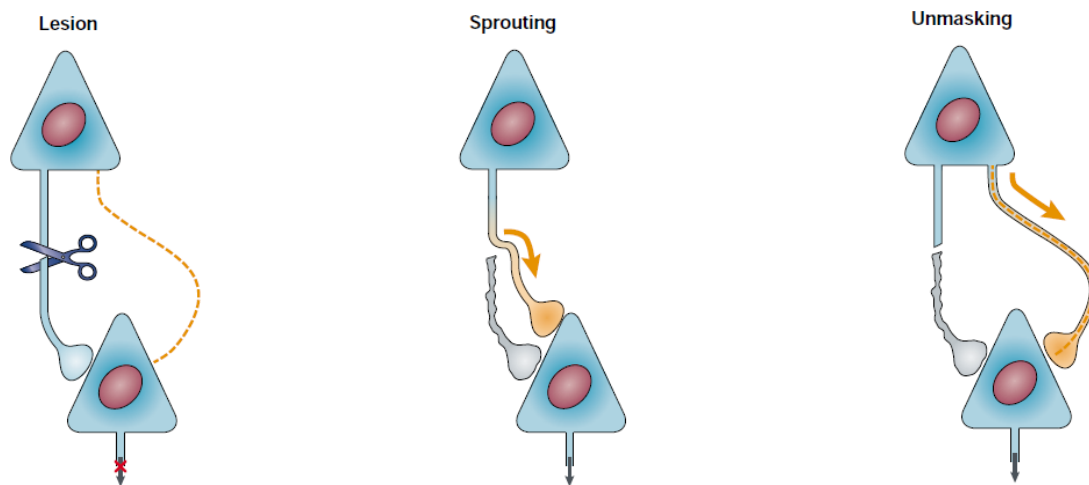
Abdullahi, A. (2018). Effects of number of repetitions and number of hours of shaping practice during constraint-induced movement therapy: a randomized controlled trial. *Neurology research international*, 2018.

Blank, A. A., French, J. A., Pehlivan, A. U., & O'Malley, M. K. (2014). Current trends in robot-assisted upper-limb stroke rehabilitation: promoting patient engagement in therapy. *Current physical medicine and rehabilitation reports*, 2(3), 184-195.

Maier, M., Ballester, B. R., & Verschure, P. F. (2019). Principles of neurorehabilitation after stroke based on motor learning and brain plasticity mechanisms. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 13.

Neuroplastyczność i nauczanie motoryczne

Zdolność układu nerwowego do odpowiedzi na wewnętrzne lub zewnętrzne bodźcowanie, oraz reorganizacja struktury, funkcji i połączeń nerwowych w jej wyniku. *Cramer i in. 2011*



Neuroplastyczność występuje na poziomie komórkowym i behawioralnym.

Występuje w wyniku urazu lub treningu.

1 Use it or lose it The skills we don't practice often get weaker	6 Time matters Neuroplasticity is a process rather than a single event, with this windows of opportunity opening for different skills at different times
2 Use it and improve it The skills we practice get better	7 Salience matters To change the brain, the skill we're practicing must have some meaning, relevance, or importance to us
3 Specificity We must skillfully practice the exact tasks we want to improve	8 Age matters Younger brains tend to change faster than older brains, but improvement is possible at any age
4 Repetition matters More repetitions in a shorter time are necessary for creating new connections	9 Transference Practicing one skill can result in improvement of a related skill
5 Intensity matters Compensation may make it harder to learn the proper way	10 Interference Compensation may make it harder to learn the proper way

Roboty i nauczanie motoryczne



Segmentacja

Uproszczenie treningu:

- Uproszczenie ruchu
- Zmniejszenie ilości stopni swobody ruchu

Motywacja

Zwiększona motywacja

- Osiąganie sukcesu dzięki asyście
- Obserwowanie obiektywnych rezultatów
- Gry

Feedback

Informacja

Dla pacjenta i terapeuty





Ruch robotyczny wyzwalany przez EMG

Grupa z robotem – 30 pacjentów

Standardowa rehabilitacja 1h (indywidualna praca z fizjoterapeutą) + rehabilitacja robotyczna kończyny dolnej (30 min) z robotem Luna EMG

Grupa kontrolna – 30 pacjentów

Standardowa rehabilitacja 1h (indywidualna praca z fizjoterapeutą) + rehabilitacja kończyny dolnej przy pomocy urządzeń typu rotor (30 min, bez EMG)

Czas rehabilitacji: 6 tygodni, 5 dni w tygodniu

Rezultaty – w obu grupach zauważono poprawę, w grupie z robotem wystąpiło istotne statystycznie zmniejszenie spastyczności (Ashworth) i tylko w tej grupie zauważono zwiększenie obwodów uda (mierzone 5 i 15 cm nad rzepką)



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 Łysoń-Ukłańska ³, Katarzyna Bienias ³, Anna Rokseła ⁴, Marcin Kliś ⁴ and Michał Mikulski ²





Trening oporowy w neurorehabilitacji

- Progresywny trening oporowy jest skutecznym treningiem zwiększającym siłę mięśniową u pacjentów po udarze w fazie przewlekłej ¹.
- Trening izokinetyczny kończyn dolnych połączony z dobrze dobraną standardową rehabilitacją jest skuteczny w zwiększaniu siły mięśniowej, poprawie chodu i funkcji (mobilność) u pacjentów po udarze. ³

¹Flansbjerg, Ulla-Britt, Jan Lexell, and Christina Brogårdh. "Long-term benefits of progressive resistance training in chronic stroke: a 4-year follow-up." Journal of rehabilitation medicine 44.3 (2012): 218-221.

²Lustosa, Lygia P., et al. "Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: a randomized crossover trial." Brazilian Journal of Physical Therapy 15.4 (2011): 318-324.

³Nevein Mohammed Gharib, Rabab Ali Mohamed. ISOKINETIC STRENGTH TRAINING IN PATIENTS WITH STROKE: EFFECTS ON MUSCLE STRENGTH, GAIT AND FUNCTIONAL MOBILITY. Int J Physiother Res 2017;5(2):1976-1986. DOI: 10.16965/ijpr.2017.120.

⁴Thomas Linding Jakobsen, Henrik Husted, Henrik Kehlet & Thomas Bandholm (2012) Progressive strength training (10 RM) commenced immediately after fast-track total knee arthroplasty: is it feasible?, Disability and Rehabilitation, 34:12, 1034-1040, DOI: 10.3109/09638288.2011.629019



Trening oporowy - Ortopedia

- Harputa G. et al. [3.6] – koncentryczny i ekscentryczny trening mm czworogłowego we wczesnej fazie po ACL, poprawia stan po operacji, zwiększa siłę, odbudowuje siłę operowanej kończyny.
- Gadea F. et al... [3.28] ćwiczenia izokinetyczne, wpływają na zmniejszenie bólu po zabiegu ACL
- Progresywny trening siły, rozpoczęty zaraz po autoplastyce kolana wpływa na wzrost siły wyprostu i poprawę funkcji bez zwiększania bólu.

¹Flansbjerg, Ulla-Britt, Jan Lexell, and Christina Brogårdh. "Long-term benefits of progressive resistance training in chronic stroke: a 4-year follow-up." Journal of rehabilitation medicine 44:3 (2012): 218-221.

²Lustosa, Lygia P., et al. "Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: a randomized crossover trial." Brazilian Journal of Physical Therapy 15:4 (2011): 318-324.

³Nevein Mohammed Gharib, Rabab Ali Mohamed. ISOKINETIC STRENGTH TRAINING IN PATIENTS WITH STROKE: EFFECTS ON MUSCLE STRENGTH, GAIT AND FUNCTIONAL MOBILITY. Int J Physiother Res 2017;5(2):1976-1986. DOI: 10.16965/ijpr.2017.120.

⁴Thomas Linding Jakobsen, Henrik Husted, Henrik Kehlet & Thomas Bandholm (2012) Progressive strength training (10 RM) commenced immediately after fast-track total knee arthroplasty: is it feasible?, Disability and Rehabilitation, 34:12, 1034-1040, DOI: 10.3109/09638288.2011.629019



**Kończyna
dolna**

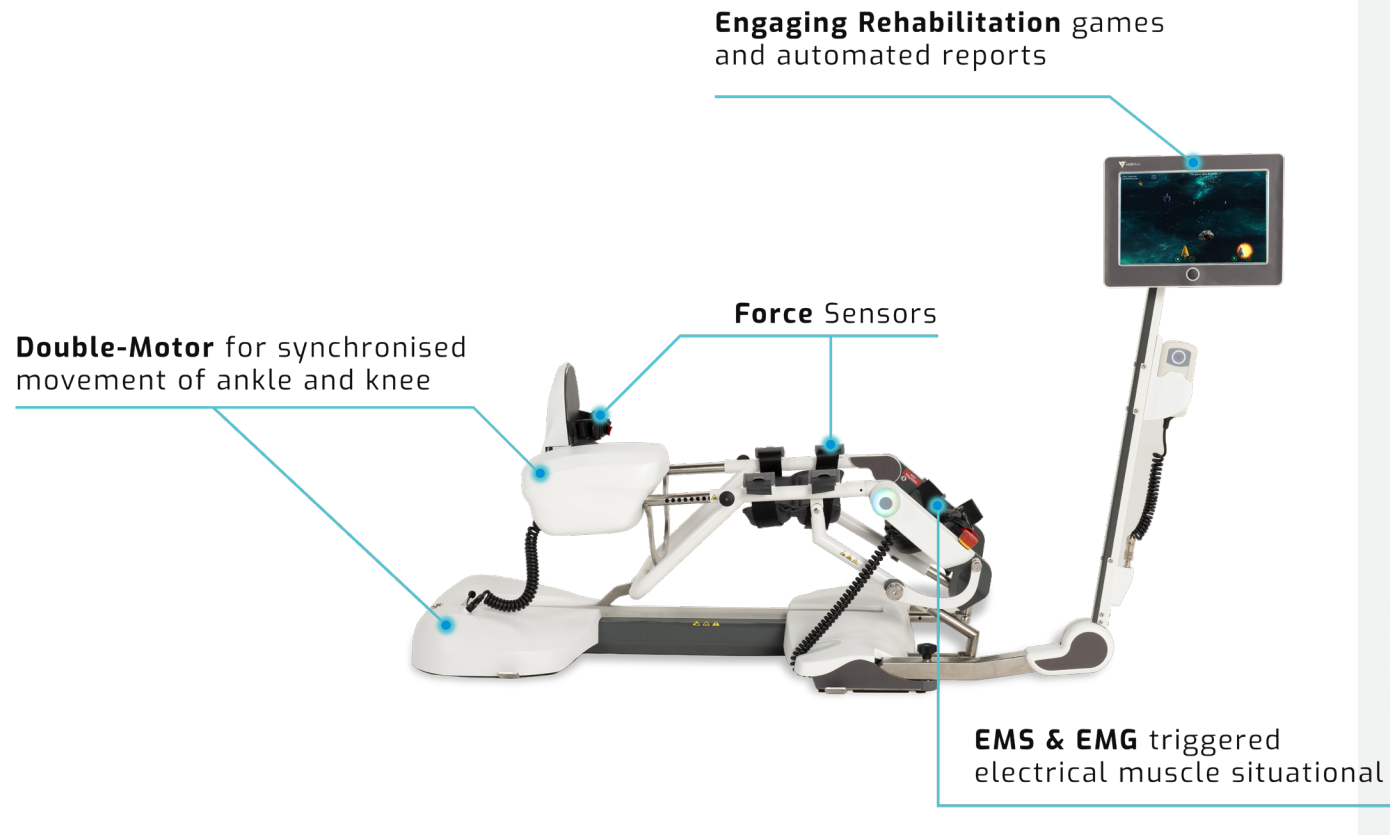


**Kończyna
górna**



Sidra LEG – kończyna dolna

- CPM
- Robotyczny ruch wyzwalany przez EMG z lub bez EMS (4 kanały)
- Trening oporowy
- Gry
- Kontrola spastyczności







Meissa OT – kończyna górna



Robot rehabilitacyjny

- CPM
- Robotyczny ruch wyzwalany przez EMG z lub bez EMS (4 kanały)
- Trening oporowy
- Gry
- 6 wymiennych końcówek do terapii zajęciowej
- Płaszczyzna ruchu dostosowywalna do pacjenta
- Ocena i trening funkcji chwytnej



Potrzeba skutecznej terapii kończyny górnej

- Dysfunkcja kończyny górnej występuje u 85% pacjentów po udarze, a u 55 -75 % dalej występuje dysfunkcja w okresie 3-6 miesięcy po udarze
- Wpływ na jakość życia





Meissa OT

Robot rehabilitacyjny do kończyny górnej



Zgięcie/wyprost nadgarstka



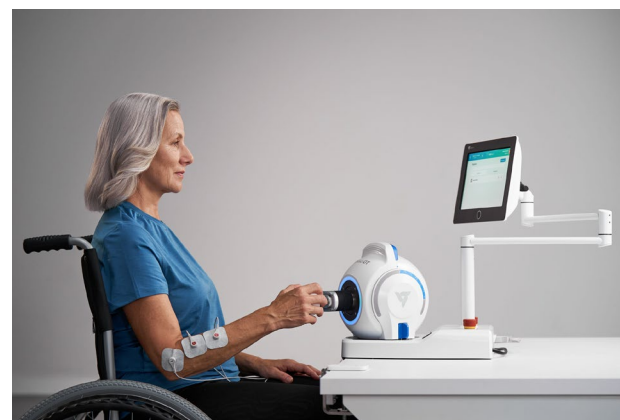
Odwiedzenie nadgarstka



Chwyt szczypcowy



Otwieranie drzwi - klamka



Otwieranie drzwi - kula



Otwieranie stoika



Meissa OT

Robot rehabilitacyjny do kończyny górnej



Ruch mieszania/kręcenia



Sięganie



Praca śrubokrętem



Dźwignia



Stabilizacja ręki



Stabilizacja przedramienia

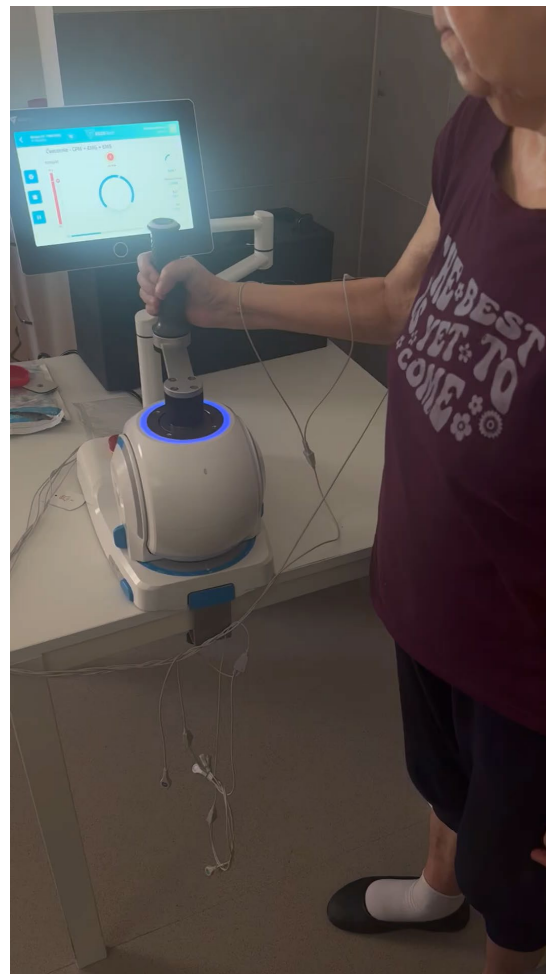


Meissa OT

Robot rehabilitacyjny do kończyny górnej

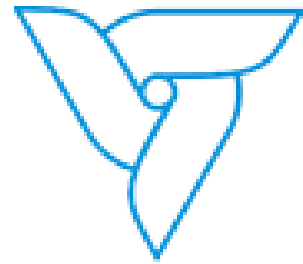


Pacjenci neurologiczni i ortopedyczni



EMG-triggered & FES & Roboty EGZO Concept







EGZOTech



 @egzotech



 @egzotech_official



 @egzotech



 @egzotech-robots

EGZOTech Sp. z o.o.

ul. Romualda Traugutta 6H
44-100 Gliwice, Poland
office@egzotech.com

anna.poswiata@egzotech.com

