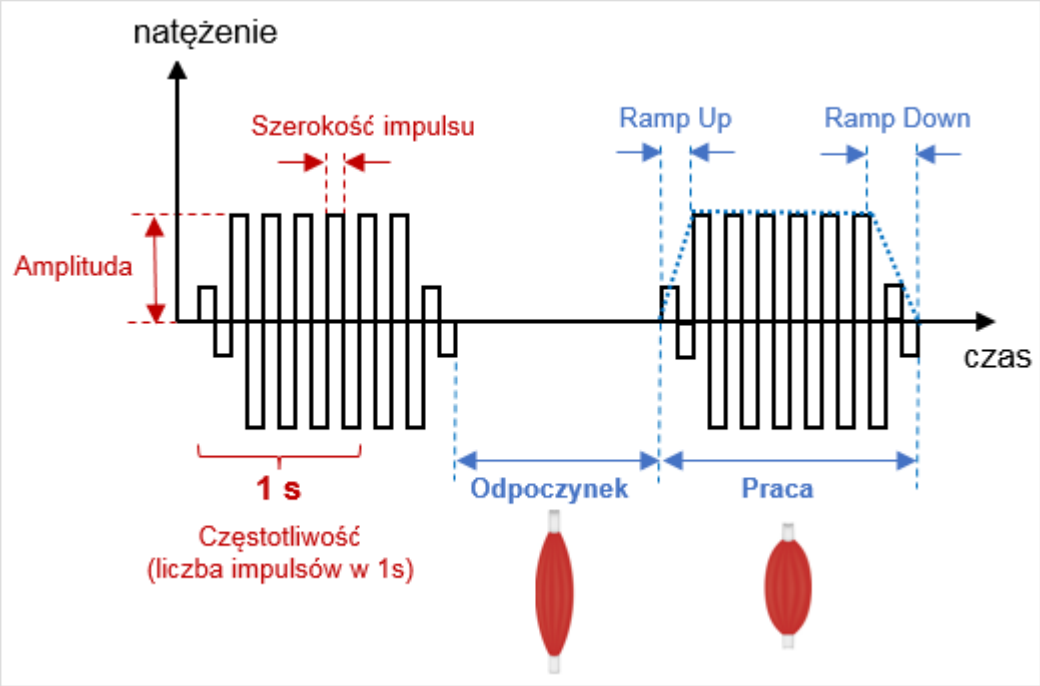
Sygnał prądowy stosowany w stymulacji EMS składa się z serii impulsów wywołując pracę mięśnia podczas skurczu a pomiędzy seriami impulsów występuje odpoczynek mięśnia, czyli relaksacja.

Wszystkie parametry stymulacji EMS zostały przedstawione na poniższym rysunku. Można je podzielić na dwie grupy parametrów:

- **Parametry impulsowe** (na czerwono), tj. amplituda, szerokość i częstotliwość impulsów,
- **Parametry czasowe** (na niebiesko), tj. czas odpoczynku, czas pracy oraz czasy narastania/opadania (Ramp Up/Down).



Powyższy rysunek jest uproszczony i posiada zmienione proporcje wielkości czasowych w celu lepszego zobrazowania znaczenia poszczególnych parametrów.

Poniżej znajduje się bardziej szczegółowy opis stosowanych paramerów.

Amplituda

Czyli intensywność stymulacji. Aby pobudzić mięsień do skurczu, amplituda impulsu

musi być wyższa, niż próg pobudzenia. Zwiększając natężenie prądu stopniowo, angażuje się coraz większą ilość komórek mięśniowych (miocytów) w procesie skurczu. Po około 100 mA mięsień się już bardziej kurczyć nie będzie, gdyż zarówno włókna nerwowe zaopatrujące jednostki motoryczne typu II, jak i typu I są wszystkie zaangażowane.

Grube włókna nerwowe, zaopatrujące jednostki motoryczne **typu II** mają niższy próg pobudzenia od cieńszych włókien nerwowych, zaopatrujących jednostki motoryczne **typu I**. Jeśli mięsień nie jest uszkodzony w postaci odnerwienia lub utraty jednostek motorycznych, stymulacja zewnętrzna pobudzi więc najpierw jednostki motoryczne typu II, a dopiero przy większym bodźcu typu I. Odwrotnie niż fizjologicznie. Zwiększając amplitudę (siłę) bodźca elektrycznego oraz jego częstotliwość można doprowadzić do zaangażowania coraz większej ilości włókien mięśniowych do procesu skurczu.

Warto tu jeszcze dodać, że włókna mięśniowe jednego typu mogą się przekształcać we włókna innego typu w zależności od rodzaju sygnału, jaki odbierają podczas stymulacji.

Stymulacja różną częstotliwością

Zakres stosowanych częstotliwości ma dość istotne znaczenie.

- **Niskie częstotliwości** (1-10Hz) w powiązaniu z dłuższą szerokością impulsu dają efekt oczyszczania i relaksacji podczas każdorazowego skurczu mięśnia. Dzięki temu poprawia się cyrkulacja krwi w leczonym mięśniu i zachodzi usuwanie końcowych produktów metabolizmu (drenaż limfatyczny). Polepsza się zasilanie mięśni w tlen.
- **Średnie częstotliwości** impulsów (20-50Hz) dają większy poziom napięcia mięśniowego poprawiając w ten sposób strukturę mięśni. Już częstotliwość ok. 20 Hz sprawia, że mięsień rozbudowuje się o włókna wolne, a przy od 50 Hz powoduje ćwiczenia mięśnia, poprawiając jego siłę.
- **Wysokie częstotliwości** (60-90Hz) zwiększają masę i objętość mięśni.

Szerokość (czas) impulsu a natężenie (amplituda)

Szerokość impulsu, czyli czas jego trwania także wzmaga siłę skurczu. Zmieniając zarówno szerokość impulsu jak i jego wysokość (amplitudę) można uzyskać zwiększenie siły skurczu mięśnia. Zwiększając czas trwania impulsu, uzyska się

(przy stałej amplitudzie) większy skurcz przy zaangażowaniu jednostek motorycznych typu II, mających niższy próg pobudliwości.
Szerokość impulsu ma zatem wpływ na odczuwalną intensywność sygnału, co wiąże się z odczuwalną dawką energii, jaką posiada bodziec.

Czas pracy / czas odpoczynku

Do wywołania skurczu mięśnia stosujemy zazwyczaj impulsy doprowadzające do maksymalnej eksploatacji mięśnia. Stosuje się wtedy przerywaną serię impulsów gdzie okres skurczu trwa zazwyczaj 5-10 sekund. Taką zewnętrzną stymulację należy prowadzić jednak w taki sposób, aby mięsień mógł się zrelaksować (odpocząć) po każdorazowym skurczu. Dlatego cały zabieg podzielony jest na okresy stymulacji – **czasy pracy** (On Time) oraz okresy relaksacji – **czasy odpoczynku** (Off Time). Udział czasu pracy w całym cyklu stymulacji określa wskaźnik zwany **cyklem pracy** (duty cycle). Przyjmuje się, że czas relaksacji powinien wynosić około pięciu razy więcej, niż czas skurczu. Przy skracaniu czasu relaksacji w taki sposób, że stosunek odpoczynek/praca jest krótszy niż 5:1, mięsień męczy się i sygnalizuje to bólem. Dodatkowo, impulsy podczas stymulacji nie osiągają od razu maksymalnej amplitudy, ale stopniowo narastają, a po okresie stymulacji – stopniowo opadają.

Czas narastania oraz czas opadania (Ramp Up/Ramp Down) są również parametrami, które zazwyczaj można ustawić indywidualnie do danego rodzaju zabiegu.

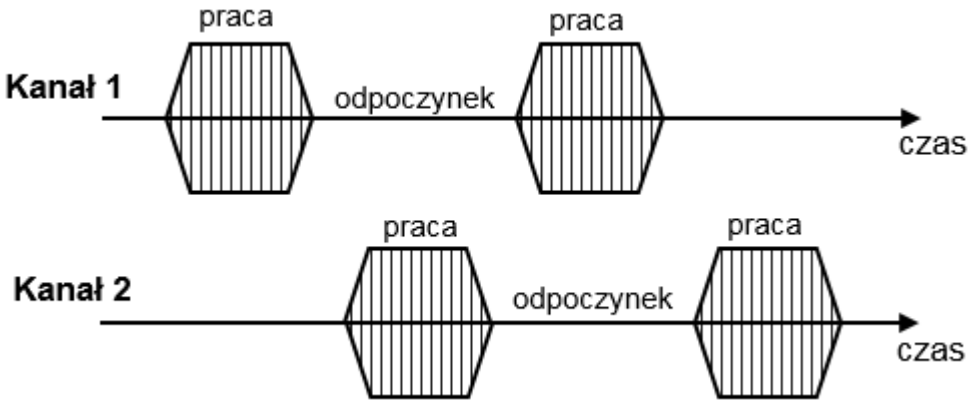
Kształtowanie masy mięśniowej

Stymulacja mięśnia zdrowego prowadzi do wzrostu jego masy, obwodu i zmniejszenia otaczającej go tkanki tłuszczowej. Wpływ elektrostymulacji polega na zwiększeniu ukrwienia miocytów, zwiększeniu ilości jąder komórkowych oraz poprawie funkcjonowania płytki nerwowo-mięśniowej. Elektrostymulacja ma zdecydowanie większy wpływ na włókna typu II, niż na włókna typu I. Stosując stymulację elektryczną przez dłuższy okres czasu, siłą impulsu 50-100 Hz i o szerokości 150-300 µs w cyklach 10 sekund pracy i 50 sekund relaksacji, można wydatnie zwiększyć siłę i masę mięśnia. Oczywiście parametry te powinny być modulowane pojedynczo lub razem, w zależności od stanu mięśnia i potrzeby.

Stymulacja asynchroniczna

Stymulacje asynchroniczną stosujemy wtedy, gdy stymulujemy dwie (lub więcej) grupy mięśniowe z przesunięciem czasu rozpoczęcia skurczu względem siebie, za co odpowiada parametr czasowy, zazwyczaj o nazwie „**Delay**„. Taki rodzaj stymulacji dotyczy na ogół bardziej zaawansowanej rehabilitacji mięśni, gdzie oddzielnie stymulujemy np. zginacz i prostownik.

Odmianą stymulacji asynchronicznej jest stymulacja naprzemienna, gdzie stymulujemy naprzemiennie raz jeden mięsień, raz drugi.



Powiązane artykuły:

1. Czym jest stymulacja EMS?