PLACE DE LA STIMULATION ELECTRIQUE NEUROMUSCULAIRE EN RÉHABILITATION

ABDELLAOUI Aldjia
aldjia.abdellaoui@inserm.fr
PT, PhD
10/03/2016

STIMULATION ELECTRIQUE NEUROMUSCULAIRE

Definition of NMES

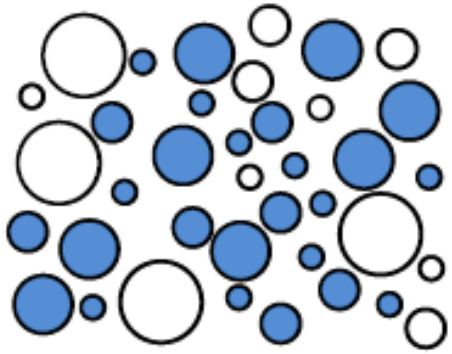
Neuromuscular electrical stimulation (NMES) involves the application of a series of intermittent stimuli to superficial skeletal muscles, with the main objective to trigger visible muscle contractions due to the activation of the intramuscular nerve branches (Hultman et al. 1983). Electrical stimuli are generally delivered using one or more active electrodes positioned in proximity to the muscle motor points (Fig. 1), and pre-programmed stimulation units. An intact motor nerve is a prerequisite for eliciting muscle contractions with NMES.

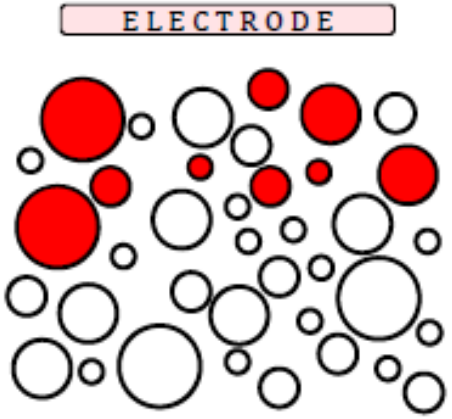
Maffiuletti et coll. 2010

STIMULATION ELECTRIQUE NEUROMUSCULAIRE

Principes

Renforcement Musculaire	**ElectroMyoStimulation**
Recrutement temporel	
• Asynchrone	• Synchrone
Recrutement spatial	
• Dispersé (quasi complet)	• Fixe et superficiel (incomplet)



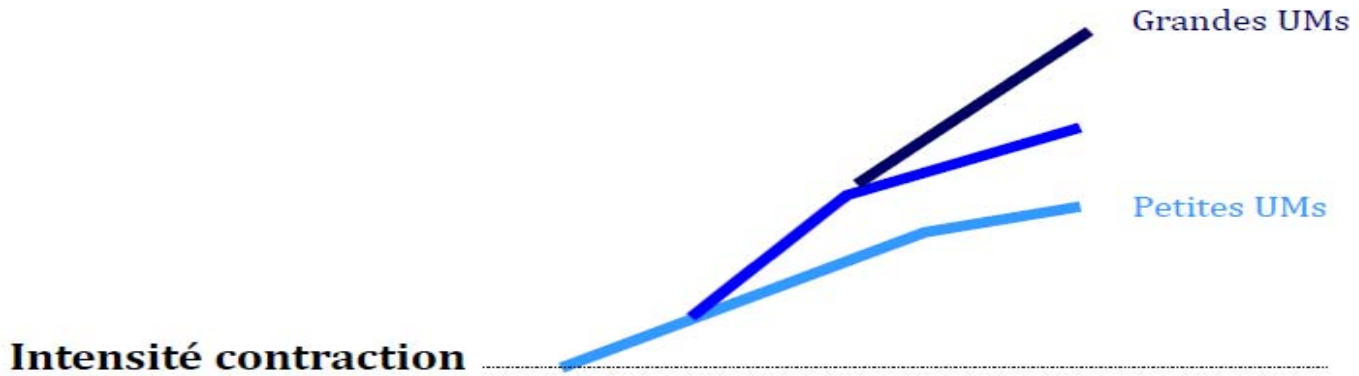


Maffiuletti N Eur JAP 2010

STIMULATION ELECTRIQUE NEUROMUSCULAIRE

Principes

Renforcement Musculaire		**ElectroMyoStimulation**
	Recrutement temporel	
• Asynchrone		• Synchrone
	Recrutement spatial	
• Dispersé (quasi complet)		• Fixe et superficiel (incomplet)
	Ordre de recrutement	
• Ordonné sélectif		• Désordonné non sélectif



STIMULATION ELECTRIQUE NEUROMUSCULAIRE

Principes

Renforcement Musculaire		ElectroMyoStimulation
	Recrutement temporel	
• Asynchrone		• Synchrone
	Recrutement spatial	
• Dispersé (quasi complet)		• Fixe et superficiel (incomplet)
	Ordre de recrutement	
• Ordonné sélectif		• Désordonné non sélectif
	Conséquence	
• Fatigue partielle		• Fatigue extrême

JOURNÉES FRANCOPHONES
CITÉ DES CONGRÈS DE LYON 10 & 11 MARS 2016
ALVÉOLE

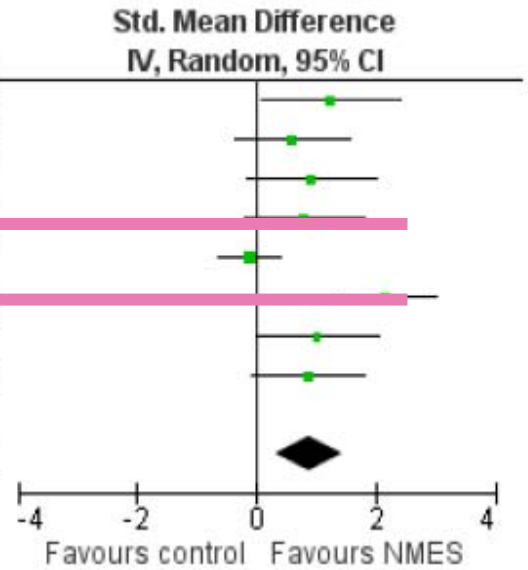
NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION ET FONCTION MUSCULAIRE

THE COCHRANE COLLABORATION®

Study or Subgroup	NMES Mean	NMES SD	NMES Total	Control Mean	Control SD	Control Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Random, 95% CI
Abdellaoui 2011	8.4	4	9	3.5	3.2	6	10.6%	1.24 [0.09, 2.40]
Bourjeily-Habr 2002	39	61.2	9	9	27	9	12.4%	0.60 [-0.35, 1.55]
Maddocks 2009	7.4	10.3	7	-2	9	8	11.2%	0.92 [-0.16, 2.00]
~~Neder 2002~~	~~27.4~~	~~32.3~~	~~8~~	~~5.2~~	~~10.2~~	~~8~~	~~12.8%~~	~~0.81 [-0.18, 1.81]~~
Nápolis 2011	0.2	11.2	30	1.6	11.8	30	16.5%	-0.12 [-0.63, 0.39]
~~Quittan 2001~~	~~22.7~~	~~15.2~~	~~17~~	~~-7.1~~	~~11.5~~	~~18~~	~~13.1%~~	~~2.15 [1.27, 3.03]~~
Vivodtzev 2006	97	71	9	36	35	8	11.7%	1.01 [-0.01, 2.04]
Vivodtzev 2012	11	18.7	12	-2.8	5.1	8	12.5%	0.88 [-0.06, 1.83]
Total (95% CI)			**102**			**93**	**100.0%**	**0.90 [0.33, 1.46]**

Heterogeneity: Tau² = 0.44; Chi² = 22.09, df = 7 (P = 0.002); I² = 68%

Test for overall effect: Z = 3.10 (P = 0.002)



JOURNÉES FRANCOPHONES
CITÉ DES CONGRÈS DE LYON 10 & 11 MARS 2016
ALVÉOLE

BPCO pendant une exacerbation

Cliniques universitaires Saint-Luc

BPCO stable et sévère

BPCO moyenne à légère

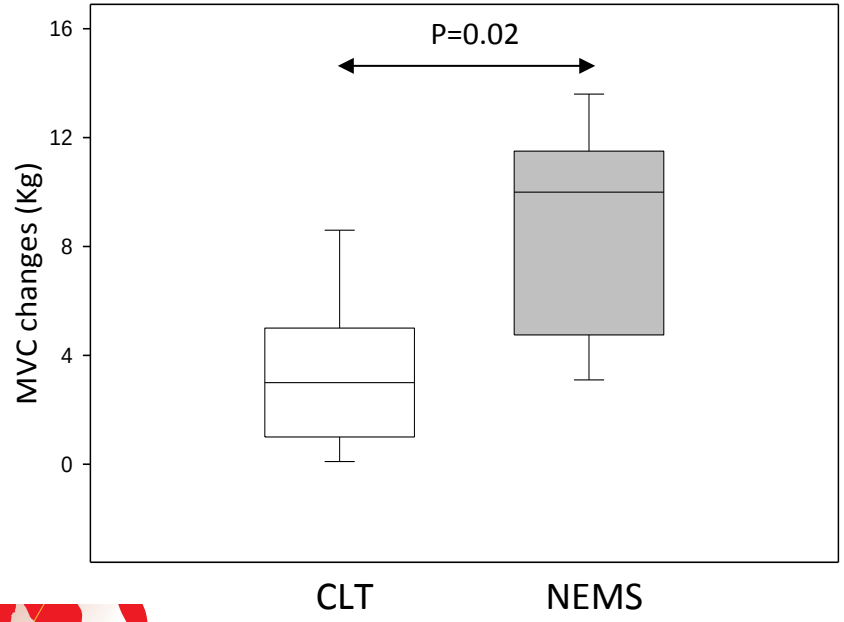
NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION AND COPD EXACERBATION

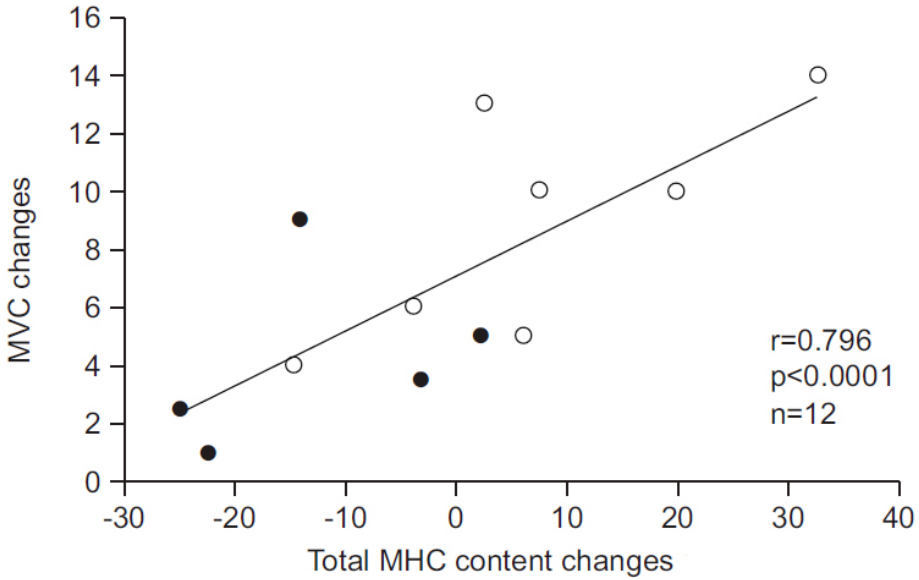
	Zanotti et coll. 2003	Abdellaoui et coll. 2011	Giavedoni et coll. 2012	Chaplin et coll. 2012
	Rand/contrôlée 12/12Patients	Rand/contrôlée 9/6Patients	Cuisse/Random 11Patients	Rand/contrôlée 10/10Patients
-Muscles	-Quadriceps et moyen fessier	-Quadriceps et IJ	-Quadriceps	-Quadriceps
-Courant	-Biphasique asymétrique	-Biphasique symétrique	-Biphasique asymétrique	-Biphasique symétrique
- Fréquence - Longueur d'impulsion	-35 Hz -350 µs	-35 Hz -400 µs	-50 Hz -400 µs	-35 Hz/50Hz -300 µs
- Intensité	-Tolérable	-Tolérable	-Tolérable	-Tolérable
-Durée -On/Off	-30min (5/25)	-60min(5/50/5) -6/12 (33%)	-30min -8/20 (28%)	-30min -15/5 (75%)
-Fréquence des séances -Durée du programme	-5 /semaine -4 semaines	-5 /semaine -6 semaines	-14 jours	-5 /semaine -5/8 jours

Skeletal muscle effects of electrostimulation after COPD exacerbation: a pilot study

A. Abdellaoui*,#, C. Préfaut*, F. Gouzi*,¶, A. Couillard#, M. Coisy-Quivy*, G. Hugon*, N. Molinari+,§, T. Lafontaine#, O. Jonquet$, D. Laoudj-Chenivesse* and M. Hayot*

Eur Respir J 2011; 38: 1–1



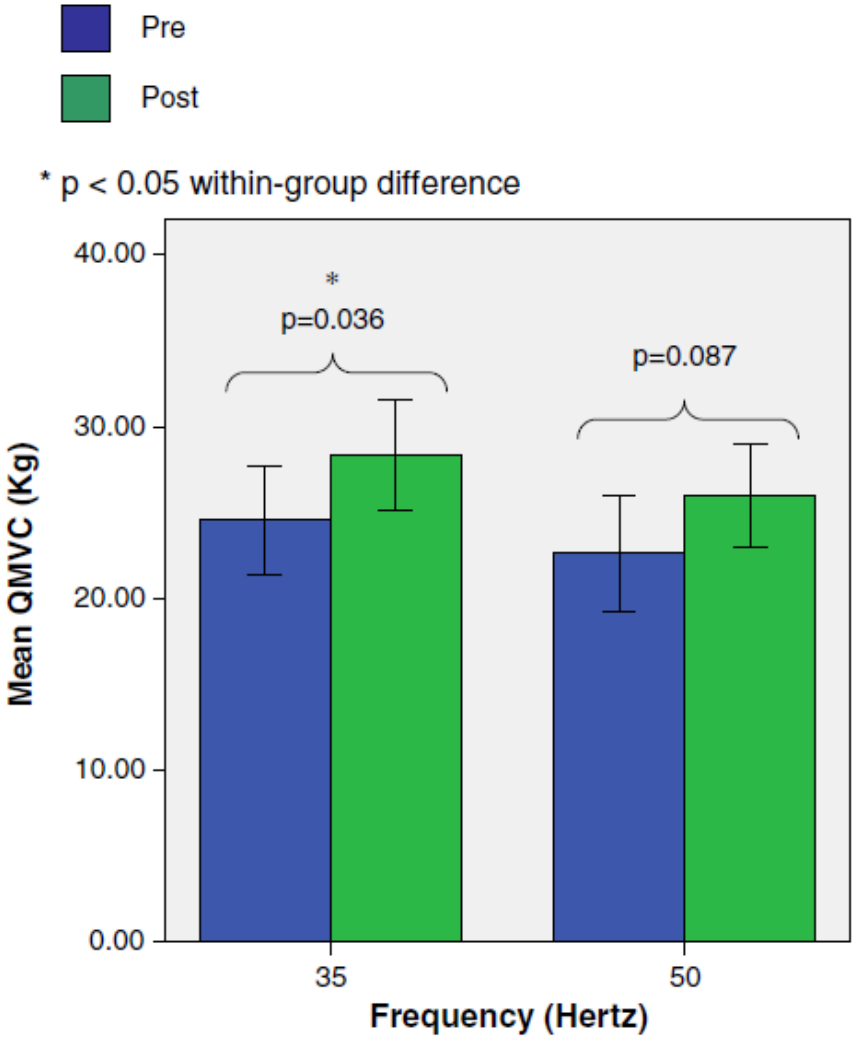


Force musculaire

Neuromuscular Stimulation of Quadriceps in Patients Hospitalised during an Exacerbation of COPD: A Comparison of Low (35 Hz) and High (50 Hz) Frequencies

Emma Jane Louise Chaplin[1]*, Linzy Houchen[1], Neil J. Greening[1], Theresa Harvey-Dunstan[1], Michael D. Morgan[1], Michael C. Steiner[1] & Sally J. Singh[1,2]

October 2012



Nombre de session :

- 5.7±2.2 (35 group)
- 8.7±4.6 (50Hz group)

p >0.05

Intensité de la stimulation :

-35 Hz group: 19.8±9.4mA

→22.35±10 (↗2.6)

-50 Hz group: 20.5±5.5mA

→23.6±3.3 (↗ 3.1)

p<0.005

Capacité d'exercice global

BPCO pendant une exacerbation

Cliniques universitaires Saint-Luc

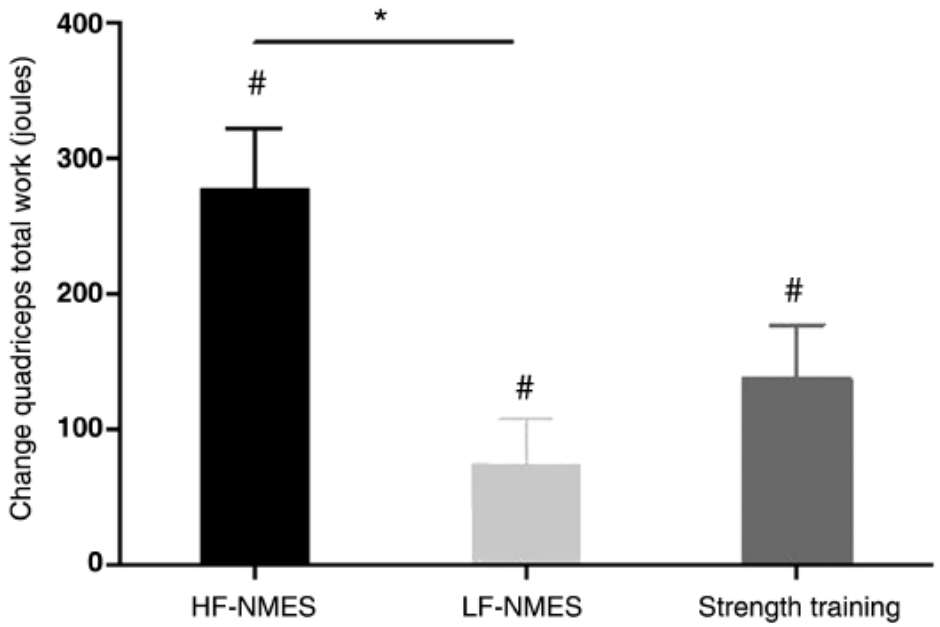
BPCO stable et sévère

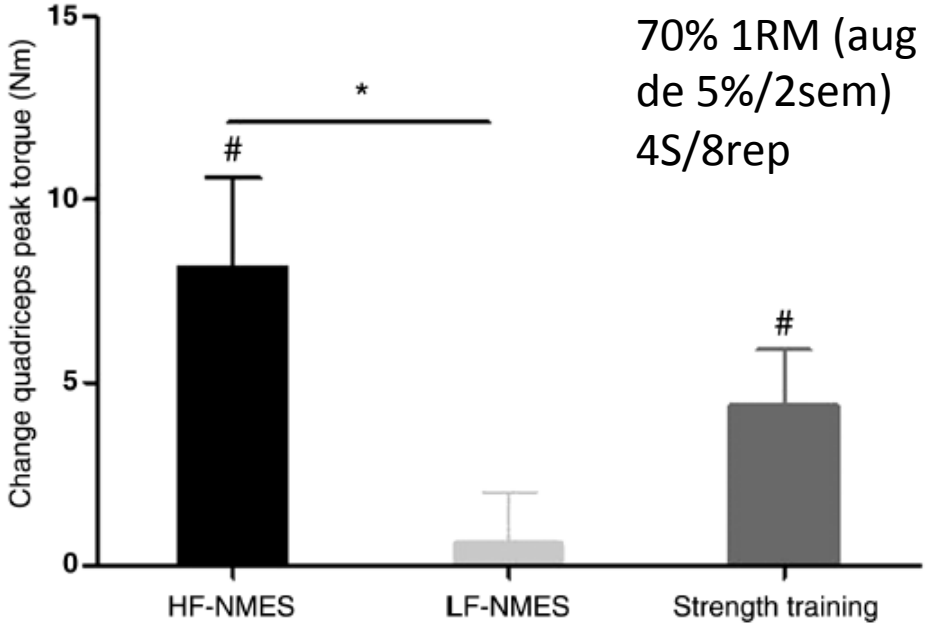
BPCO moyenne à légère

NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION AND STABLE AND SEVERE COPD

	Vivodtzev et coll. 2012	Vieira et coll. 2012	Sillen et coll. 2014	Maddocks et coll. 2016
	Rand/contrôlée 12/8 Patients	Rand/contrôlée 11/9 Patients	$n_{HF\text{-}NMES}$ 41 $n_{LF\text{-}NMES}$ 39 $n_{stenght}$ 40	Rand/contrôlée 22/26Patients
-Muscles	-Quadriceps et triceps sural	-Quadriceps	-Quadriceps et triceps sural	-Quadriceps
-Courant	-ND	-Biphasique symétrique	-ND	-Biphasique symétrique
- Fréquence - Longueur d'impulsion	-50 Hz -400 µs	-50 Hz -300-400 µs	-15Hz/75Hz -390-410 µs	-50Hz -350 µs
- Intensité	-Max tolérable	-Max tolérable	-Max tolérable	-15-25%FMV
-Durée -On/Off	-30/25min -6:16 (27%)	-60min -2:18(10%)/5:25(20%) 10:30 (33%)	-21min (3/18) -8:2(80%)/6:29(17%)	-30min -2:15(11%)/5:20(20% 10:15 (40%)
-Fréquence des séances -Durée du programme	-5 /semaine -6 semaines	-5 /semaine -2/jours -8 semaines	-5/semaine -2/jours -8semaines	-5 /semaine -6semaines

Efficacy of lower-limb muscle training modalities in severely dyspnoeic individuals with COPD and quadriceps muscle weakness: results from the DICES trial





70% 1RM (aug de 5%/2sem)
4S/8rep

Avantages :

-Atrophie musculaire fibre de type II

-Charge cardio-respiratoire (sans dyspnée)

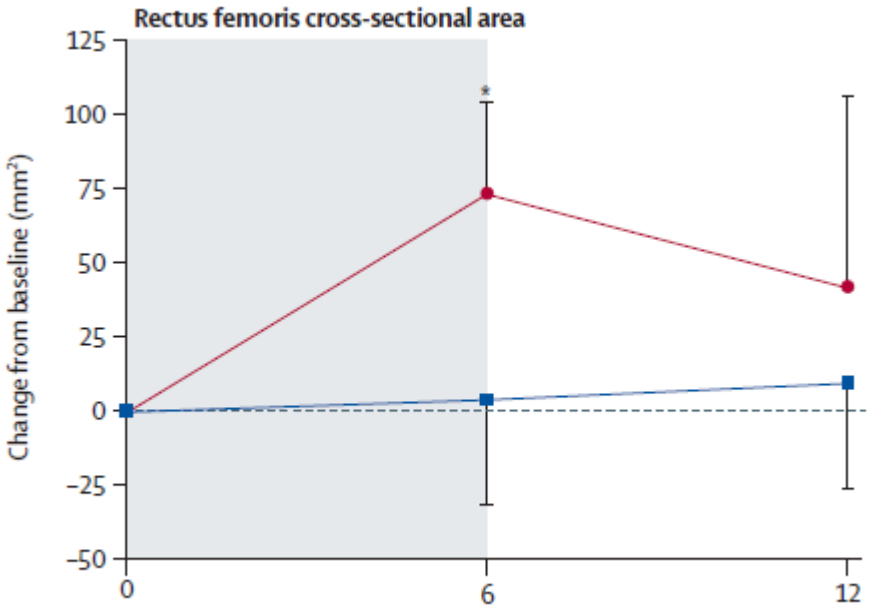
Sillen et coll. 2014

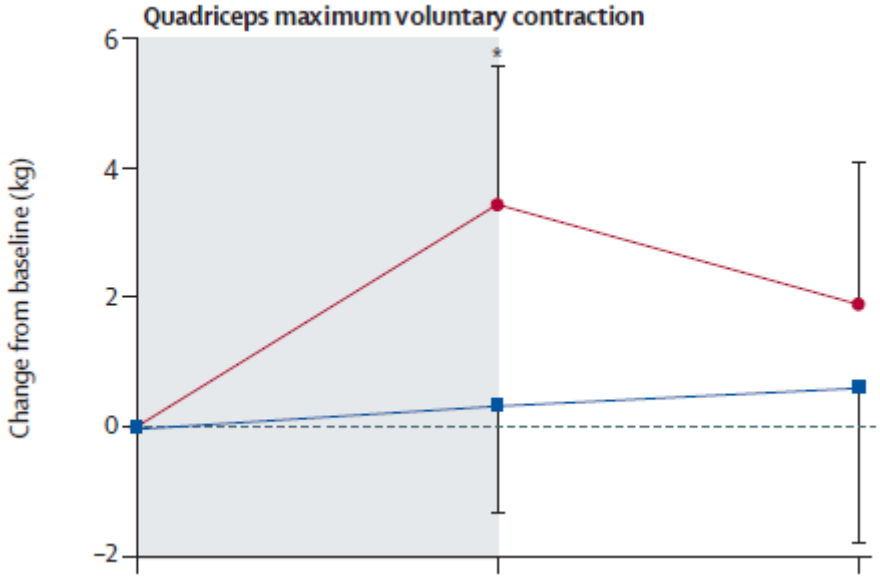
JOURNÉES FRANCOPHONES
CITÉ DES CONGRÈS DE LYON 10 & 11 MARS 2016
ALVÉOLE

Neuromuscular electrical stimulation to improve exercise capacity in patients with severe COPD: a randomised double-blind, placebo-controlled trial

Lancet Respir Med 2016;

Matthew Maddocks, Claire M Nolan, William D-C Man, Michael I Polkey, Nicholas Hart, Wei Gao, Gerrard F Rafferty, John Moxham, Irene J Higginson





I:0-120mA n=17

I:0-20mA n=19

JOURNÉES FRANCOPHONES
CITÉ DES CONGRÈS DE LYON 10 & 11 MARS 2016
ALVÉOLE

BPCO pendant une exacerbation

Cliniques universitaires Saint-Luc

BPCO stable et sévère

BPCO moyenne à légère

NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION AND MODEREATE COPD

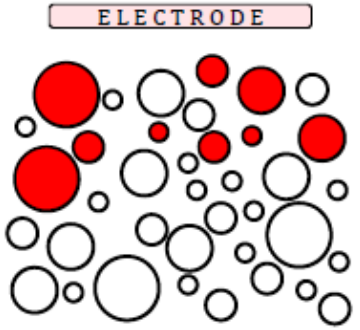
	Dal Corso et coll. 2006	Napolis et coll. 2011	Vivodtzev et coll. 2014
	CrossOver/contrôlée 17Patients	CrossOver/contrôlée 30Patients/3ExA	Cuisse/Random 11Patients
Muscles	-Quadriceps	-Quadriceps	-Quadriceps
Courant	-Biphasique symétrique	-Biphasique symétrique	-Biphasique asymétrique
Fréquence Longueur d'impulsion	-50 Hz -400 µs	-50 Hz -300-400µs	-50 Hz -400 µs
Intensité	-Tolérable (10-25mA)	-Tolérable	-Max tolérable
Durée On/Off	-15min/30'/45'/1h -16%15'→30'/25%45'→1h/33%1h	- 15min/30'/45'/1h -16%15'→30'/25%45'→1h/33%1h	-45min -7/10 (41%)
Fréquence des séances Durée du programme	-5 /semaine -6 semaines	-5 /semaine -6 semaines	-5 jours

Skeletal muscle structure and function in response to electrical stimulation in moderately impaired COPD patients ☆

Table 3 Baseline and post- NMES values for micro-structural variables in patients with COPD ($n = 17$).

	Pre-NMES	Post-NMES
Muscle histology		
Type I fibres		
Proportion (%)	36.6 (12.0)*	35.2 (9.3)*
Area (μm^2)	4610 (1808)*	4009 (1329)‡
Type II fibres		
Proportion (%)	63.4 (12.0)	64.8 (9.3)
Area (μm^2)	3786 (1294)	4119 (936)‡
Type I and II fibres		
Area (μm^2)	4003 (1294)	3905 (1026)
Capillary:fibre ratio	1.35 (0.95)	1.42 (1.11)

$P<0.05$ (Wilcoxon test). Data are presented as median (interquartile range).
*Type I vs. Type II.
‡Pre-NMES vs. Post-NMES.



Dal Corso et coll. 2006

EXISTE-T-IL UN BON PROTOCOLE POUR NMES?

EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?

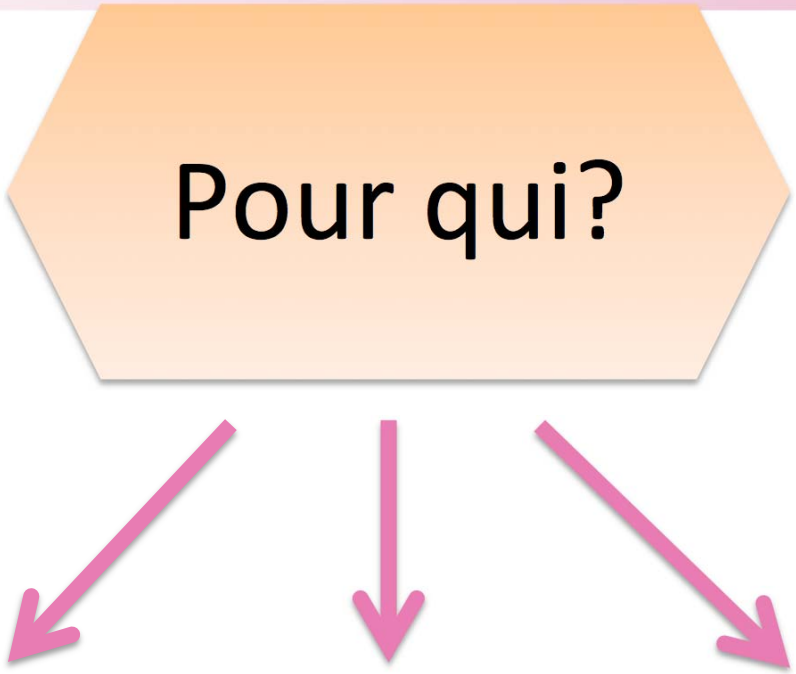
EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?

Pour qui?

Comment?

Quand?

EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?



BPCO INSTABLE SÉVÈRE (AMYOTROPHIE++)

BPCO STABLE SÉVÈRE (AMYOTROPHIE)

BPCO STABLE MODÉRÉ

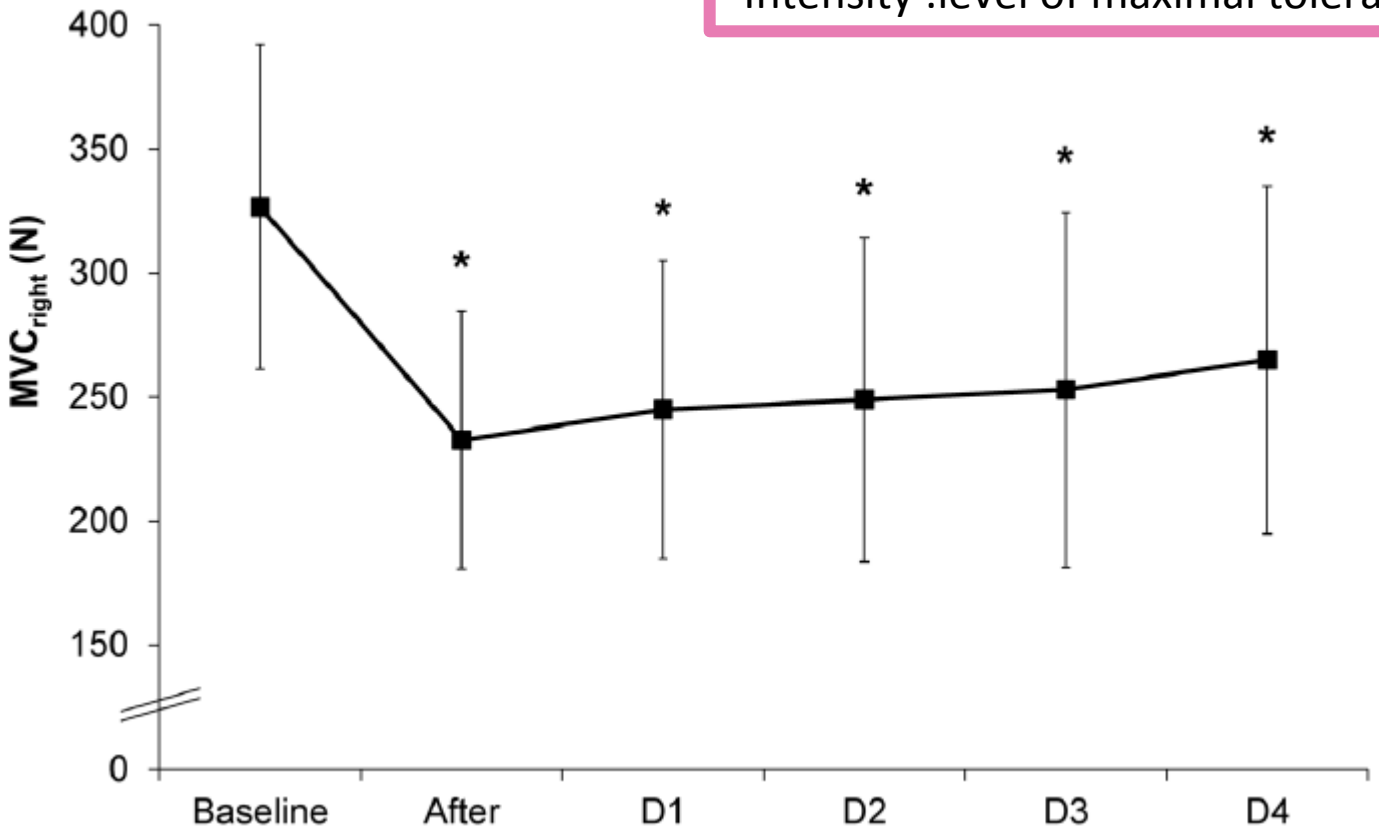
EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?

Quand débuter?

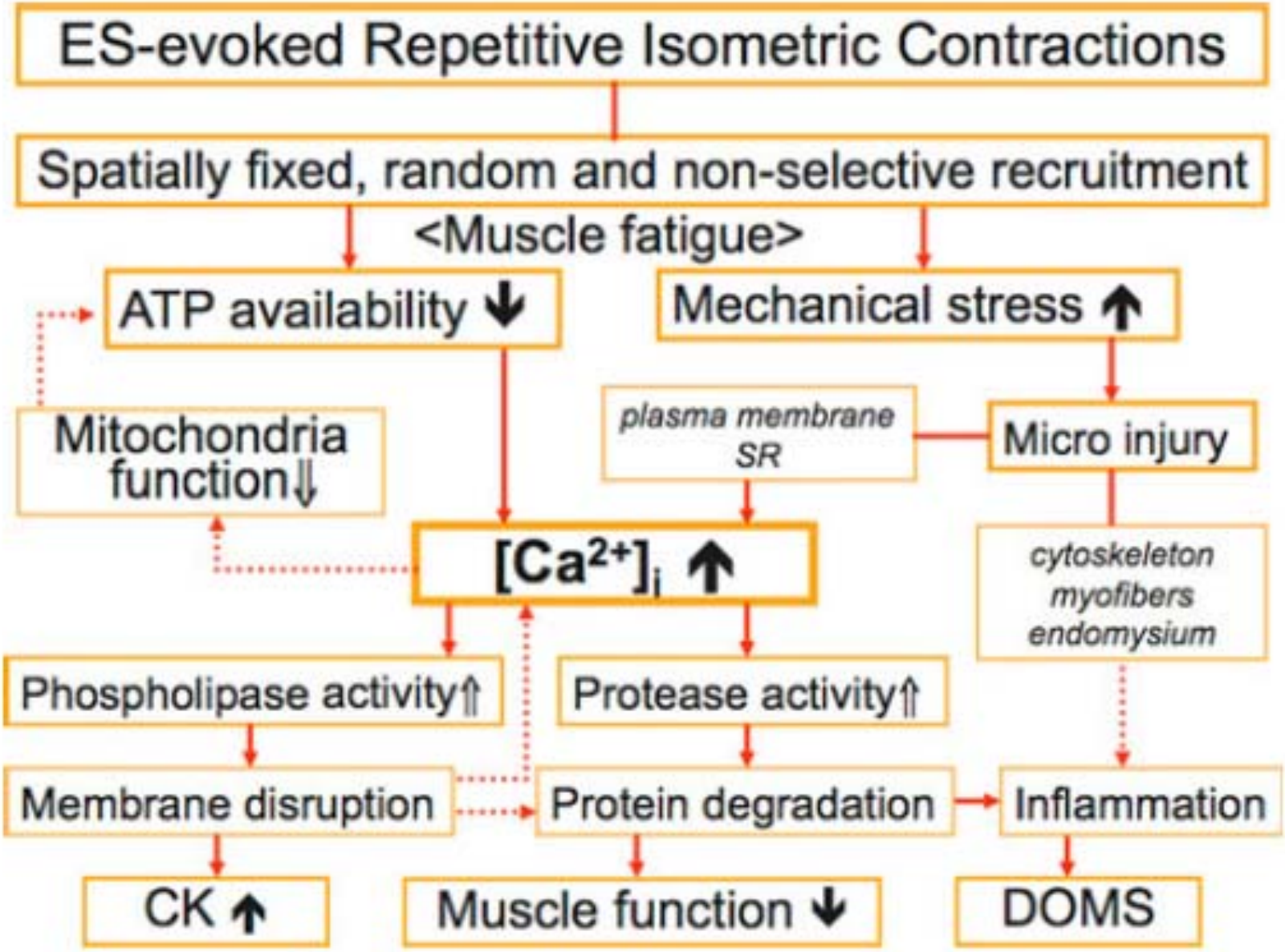
A LA FIN DE TOUTES LES ÉVALUATIONS

Time Course of Central and Peripheral Alterations after Isometric Neuromuscular Electrical Stimulation-Induced Muscle Damage

- Biphasic symmetric rectangular pulses
- frequency of 100 Hz
-Pulse duration was 400 ms
-Duty cycle = 12.5% (5s on/35s off)
-Intensity :level of maximal tolerance



Fouré et coll. 2014



Nosaka K et coll. Eur J Appl Physiol 2011

EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?

Comment?

PROTOCOLE DE STIMULATION

DÉROULEMENT DE LA SÉANCE

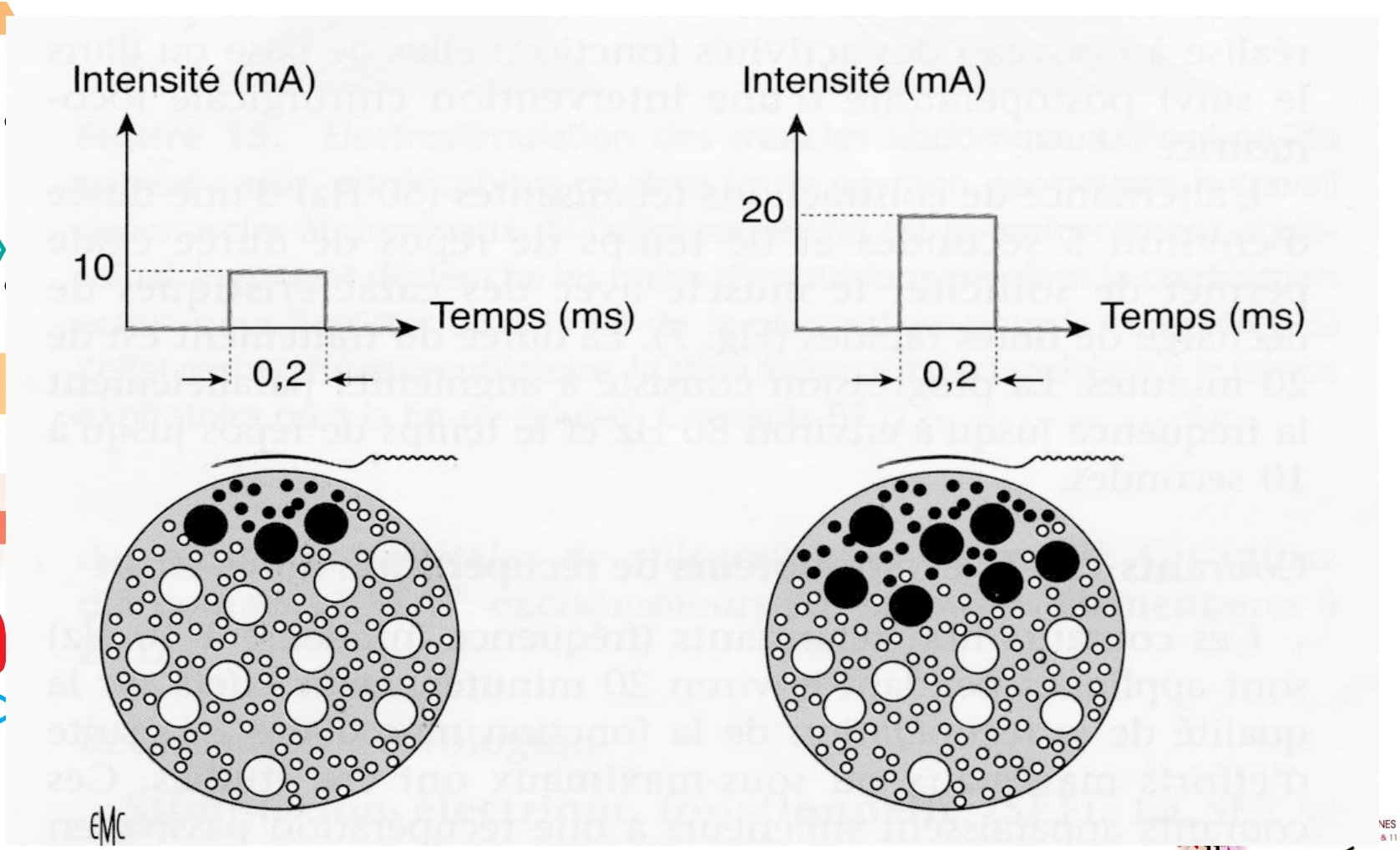
POSITION DU PATIENT

PROTOCOLE DE STIMULATION

- Type de courant : **rectangulaire biphasique**
- Intensité : **maximale tolérable** (contraction visible)

Nosaka K et coll. 2011
Mafulleti N 2010

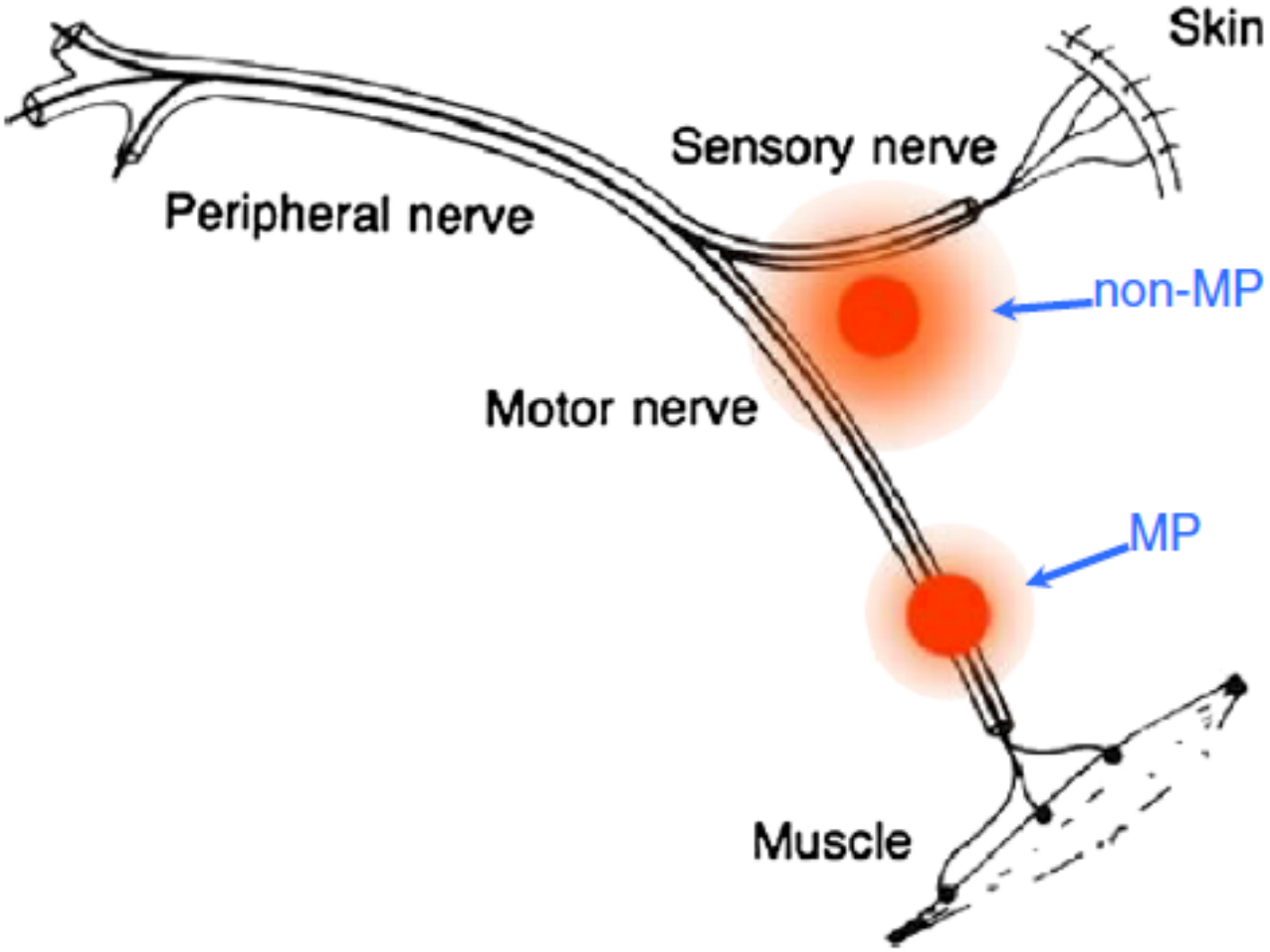
Amplitude du courant (mA)



- Type de courant : **rectangulaire biphasique**
- Intensité : **maximale tolérable** (contraction visible)
- Position des électrodes: **points moteurs**

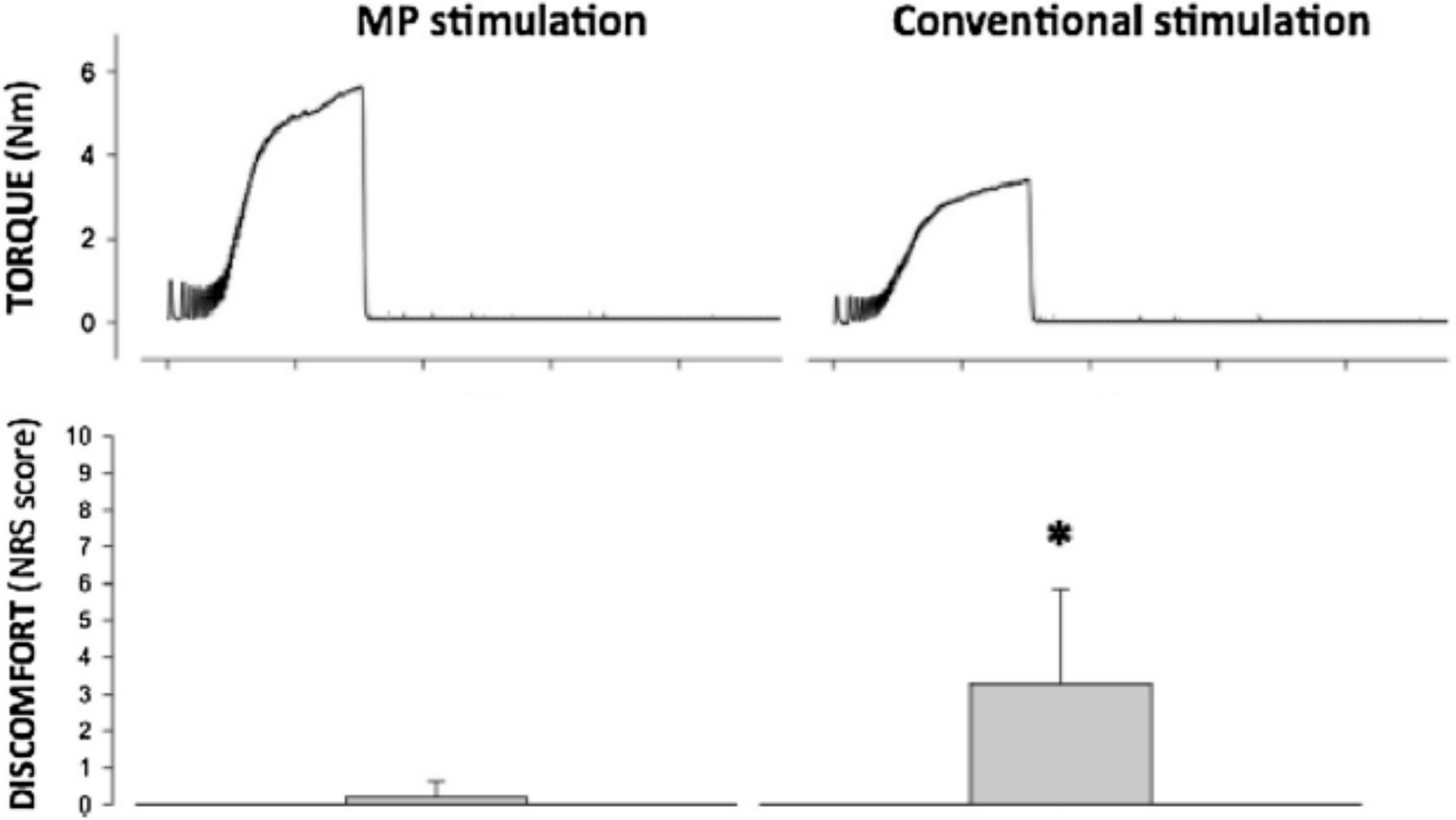
Nosaka K et coll. 2011
Mafulleti N 2010

Positions des électrodes



Gobbo et coll 2014

Points moteurs



Gobbo et coll 2011

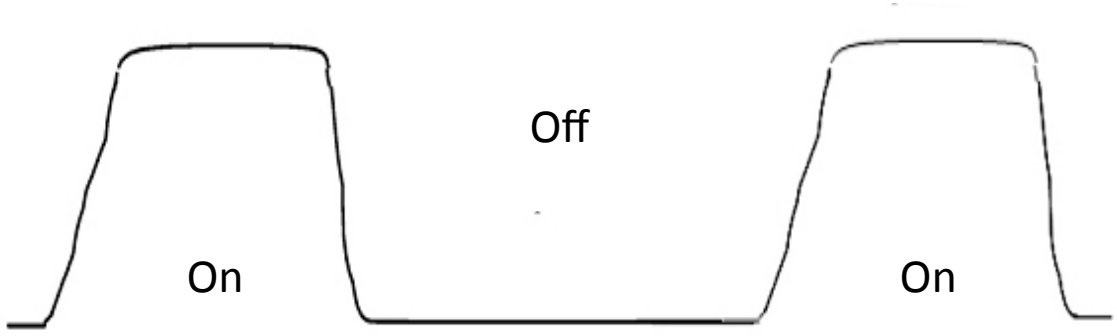
- Type de courant : **rectangulaire biphasique**
- Intensité : **maximale tolérable** (contraction visible)
- Position des électrodes: **points moteurs**
- Cycle de travail : **selon la fatigabilité du patient**

Nosaka K et coll. 2011
Mafulleti N 2010

Cycle de travail

Le rapport du temps de stimulation sur le temps total (temps de stimulation + temps de récupération)

- Duty cycle: on/off
- 10-50% ou 1:2 (10sec ON et 20sec Off)
- Contrôle la **fatigue musculaire**



Vivodtzev et coll 2008

JOURNÉES FRANCOPHONES
CITÉ DES CONGRÈS DE LYON 10 & 11 MARS 2016
ALVÉOLE

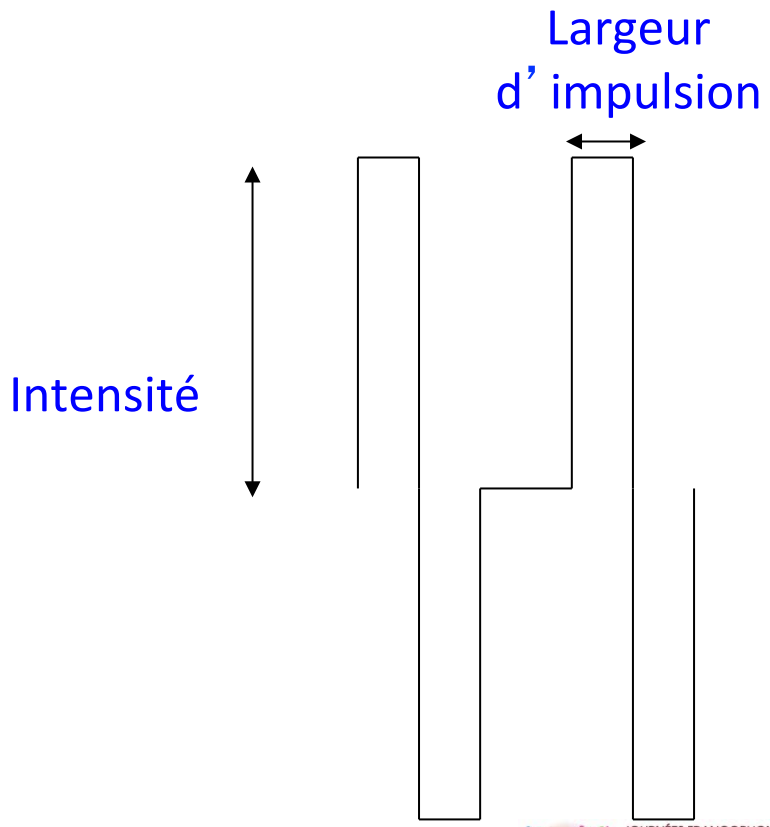
- Type de courant : **rectangulaire biphasique**
- Intensité : **maximale tolérable** (contraction visible)
- Position des électrodes: **points moteurs**
- Cycle de travail : **selon la fatigabilité du patient**
- Longueur d'impulsion **???**

Nosaka K et coll. 2011
Mafulleti N 2010

Largeur d'impulsion

La durée de passage du courant

- Dépend de la taille du muscle (0.2 et 0.4 µs)
- Relation positive avec la production de force



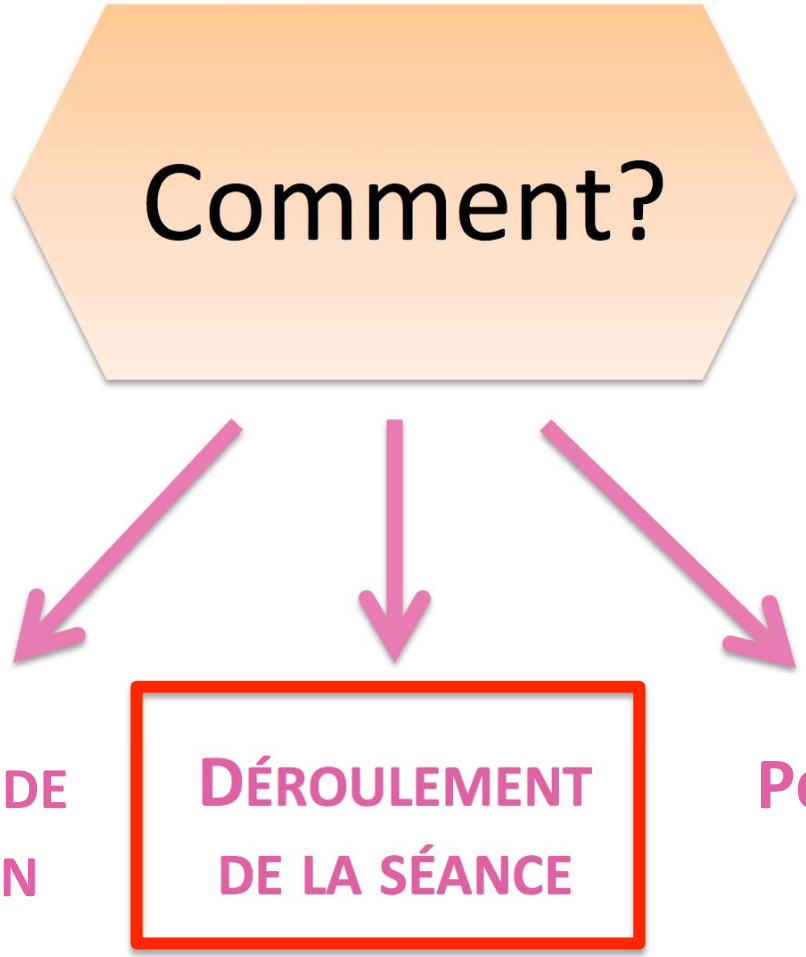
- Type de courant : **rectangulaire biphasique**
- Intensité : **maximale tolérable** (contraction visible)
- Position des électrodes: **points moteurs**
- Cycle de travail : **selon la fatigabilité du patient**
- Longueur d'impulsion : **300-400µs**
- Fréquence de stimulation **???**

Nosaka K et coll. 2011
Mafulleti N 2010

- Type de courant : **rectangulaire biphasique**
- Intensité : **maximale tolérable** (contraction visible)
- Position des électrodes: **points moteurs**
- Cycle de travail : **selon la fatigabilité du patient**
- Longueur d'impulsion : **300-400µs**
- Fréquence de stimulation **35-50Hz**

Nosaka K et coll. 2011
Mafulleti N 2010

EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?



- Durée de la séance : **minimum de 30min**
- Préparation de la séance : **échauffement et récupération**
- Nombre de séance : **en moyenne 15-20**
- Fréquence des séances : **en moyenne 3-5/semaine**

EXISTE-T-IL UNE BONNE RECETTE (PROTOCOLE)?

Comment?

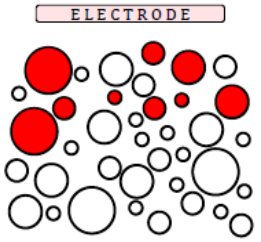
PROTOCOLE DE STIMULATION

DÉROULEMENT DE LA SÉANCE

POSITION DU PATIENT

POURQUOI UTILISÉ SENM?

- **L'atrophie touche les fibres musculaires de type II +++ (recrutement ++)**

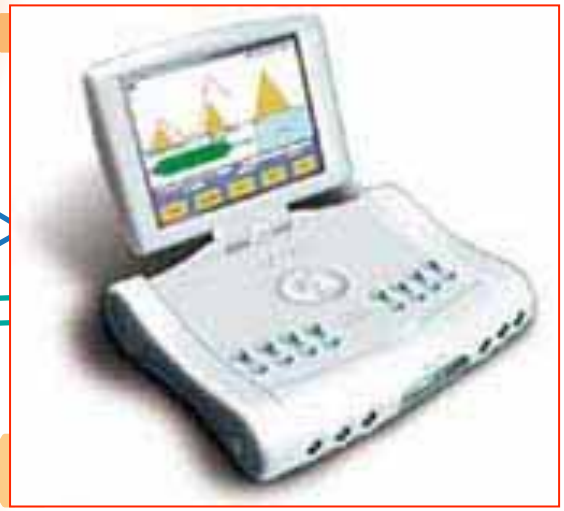


- Starter dans la PEC du patient sévère et/ou instable
- Bon complément à la contraction volontaire (**si les paramètres sont bien maitrisés**)
- Ne remplace pas le REE

CONTRE-INDICATIONS

- Pacemakers
- Les femmes enceintes
- Thrombose veineuse ou obstruction artérielle sévère
- Les plaies sur la peau

QUELS APPAREILS CHOISIR ?



Feil et coll, 2011

Je vous remercie

aldjia_abdellaoui@yahoo.fr