



# De l'évaluation musculaire aux tests de terrain : les tests fonctionnels en réhabilitation respiratoire

Marc Beaumont - Kinésithérapeute, PhD  
Estelle Villiot-Danger – Kinésithérapeute

# L'évaluation: quel intérêt?



# L'évaluation : quel intérêt ?



- Utiliser un langage commun
- Assurer la sécurité du patient
- Préciser le statut pathologique, fonctionnel du patient
- Individualiser un programme de réhabilitation
- Évaluer les effets d'une thérapeutique

# Qu'est-ce que je perds si je n'évalue pas ?



- Je ne communique pas
- Je n'assure pas la sécurité de mon patient
- Je ne connais pas mon patient
- J'exécute un programme de soin générique et sans enjeu
- Je ne sais pas si je contribue à l'évolution de l'état de santé de mon patient

# Pourquoi évaluer la capacité à l'exercice?

La capacité à l'exercice a des implications importantes sur :

- Qualité de vie
- Fréquence d'hospitalisation
- Survie des patients
- Contre-indications chirurgicales
- Évaluation d'un traitement, des capacités d'un patient dans le temps

# Les différents tests de terrain

- Le test de marche de 6 minutes
- Les tests du lever de chaise (assis-debout)
- Le Stepper Test de 6 minutes
- Les step tests
- Le test des escaliers
- Le test de vitesse sur 4 mètres
- Le test de la navette et le test d'endurance de la navette
- L'Epreuve fonctionnelle à l'exercice, et le test d'endurance sur cyclo

# Les critères de qualité d'un test

- Valide
- Fiable
- Sensible au changement



# Les critères de qualité d'un test

## La validité

- capacité à mesurer ce qu'il est censé mesurer  
(ici la capacité à l'exercice)



Comparaison à un GOLD standard  
(ici EFX)

# Les critères de qualité d'un test

## La fiabilité

- Propriété d'un test dont les résultats peuvent être reproduits aussi longtemps que les conditions du test ne changent pas
- = mesure de la concordance entre deux mesures répétées (reproductibilité) :
- 2 mesures de deux observateurs différents (repro inter-observateurs )
  - 2 mesures d'un même observateur (repro intra-observateur)



Standardisation

# Les critères de qualité d'un test

## La sensibilité au changement

- capacité d'un test à mesurer les changements (ici par exemple un programme de réentraînement)

Eviter

- Effet plancher (test trop difficile)
- Effet plafond (test trop facile)

# Interprétation d'un test

- **Seuil minimal cliniquement significatif**

MCID (Minimal Clinically Important Difference )

« plus petite différence que les patients considèrent comme importante »

# Où se passe l'évaluation?



Domicile



Chambre d'hôpital



Réanimation

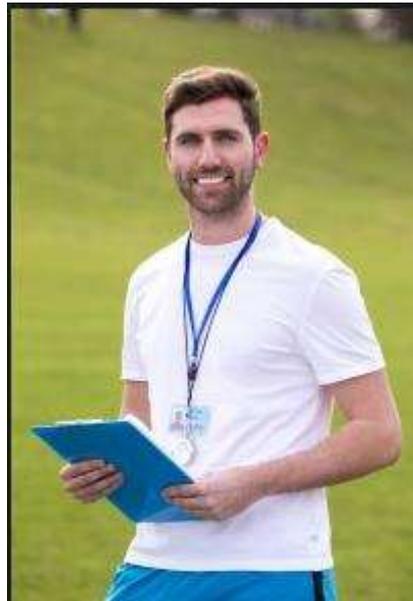


Salle de rééducation



Bureau du médecin

# Qui évalue ?



**Nécessité d'être formé aux tests**

# Objectifs de la réhabilitation:

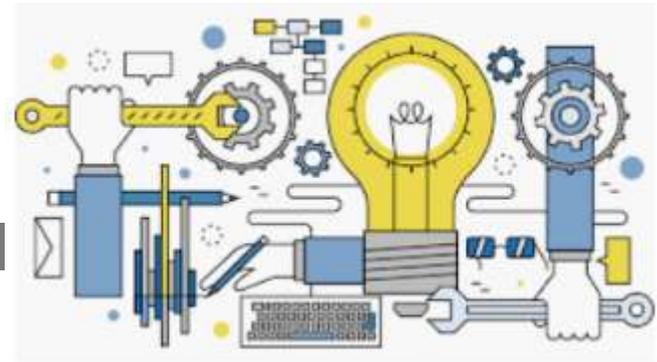
## □ Couloir et cyclo?



## □ Ou déplacements dans la rue et montée d'escaliers?



# Choisir le bon test



- Équipement disponible (coût, portabilité, ...)
- Espace disponible
- Temps d'administration
- Formation des évaluateurs (standardisation importante)
- Disponibilités de valeurs normatives
- Effets plafond/plancher
- Qualités métrologiques (validité, fidélité, changement minimal détectable, sensibilité au changement)
- INFORMATION RECHERCHÉE SPÉCIFIQUEMENT POUR CE PATIENT



**Avantage premier des tests fonctionnels: significatifs pour le patient**

# Les différents tests de terrain

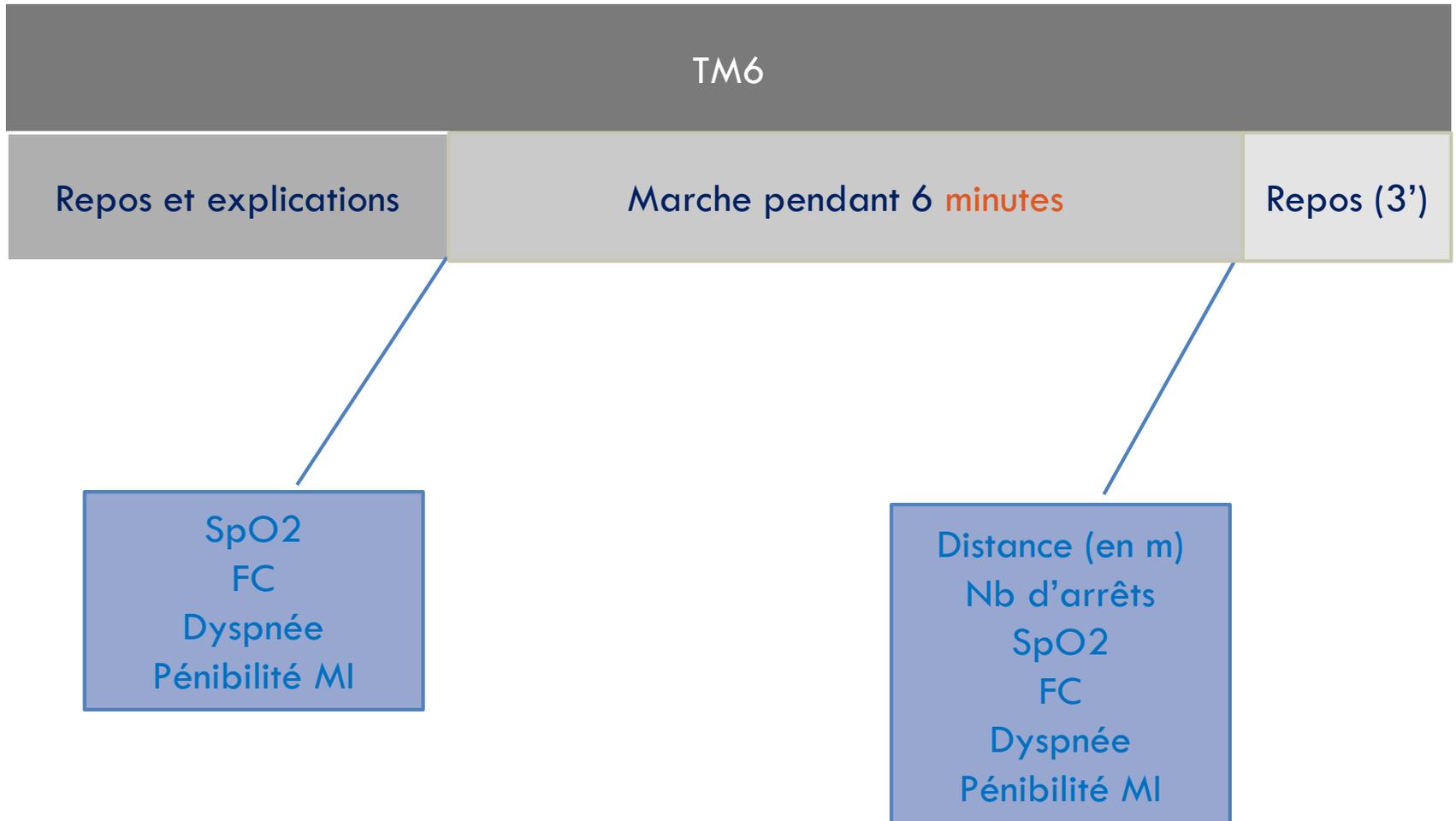
- Le test de marche de 6 minutes
- Les tests du lever de chaise (assis-debout)
- Le Stepper Test de 6 minutes
- Les step tests
- Le test des escaliers
- Le test de vitesse sur 4 mètres
- Le test de la navette et le test d'endurance de la navette
- L'Épreuve fonctionnelle à l'exercice, et le test d'endurance sur cyclo

# Le test de marche de 6 minutes: TM6

- Dans 1 couloir métré d'au moins 30m sans pente ni obstacle
- Marquage de la distance tous les 3 mètres
- 2 cônes marquent l'endroit des demi-tours
- Patient habillé de façon confortable, bien reposé (pas d'effort l'heure précédant le TDM6).



# Le TM6 : la réalisation



# Le TM6 : la standardisation

TABLE 5 Standardised instructions for the 6-min walk test

The aim of this test is to walk as far as possible for 6 minutes. You will walk along this hallway between the markers, as many times as you can in 6 minutes.

I will let you know as each minute goes past, and then at 6 minutes I will ask you to stop where you are. 6 minutes is a long time to walk, so you will be exerting yourself. You are permitted to slow down, to stop, and to rest as necessary, but please resume walking as soon as you are able.

Remember that the objective is to walk AS FAR AS POSSIBLE for 6 minutes, but don't run or jog.

Do you have any questions?

Le but du test est de marcher le plus possible pendant 6 minutes. Vous marcherez dans ce couloir entre les cônes, autant de fois que vous pourrez en 6 minutes.

Je vous ferai part du temps écoulé chaque minute et ensuite à 6 minutes, je vous demanderai de vous arrêter où vous êtes. 6 minutes de marche c'est long, donc vous serez essoufflé. Vous pouvez ralentir, vous arrêter et vous reposer au besoin, mais reprenez la marche aussitôt que vous le pouvez.

Rappelez-vous que l'objectif est de marcher AUTANT QUE POSSIBLE pendant 6 minutes, mais ne courez ou ne trottinez pas.

Avez-vous des questions ?

# Le TM6 : la standardisation

TABLE 6 Standardised encouragement for the 6-min walk test

1 min	You are doing well. You have 5 minutes to go.
2 min	Keep up the good work. You have 4 minutes to go.
3 min	You are doing well. You are halfway.
4 min	Keep up the good work. You have only 2 minutes left.
5 min	You are doing well. You have only 1 minute to go.
6 min	Please stop where you are.
<b>If the patient stops during the test, every 30 s once SpO<sub>2</sub> is <math>\geq</math>85%</b>	Please resume walking whenever you feel able.

C'est très bien, vous avez encore 5'

C'est très bien, continuez comme cela, vous avez encore 4'

C'est très bien, vous êtes à mi-chemin

C'est très bien, continuez comme cela, il ne vous reste plus que 2'

C'est très bien, il ne vous reste plus que 1'

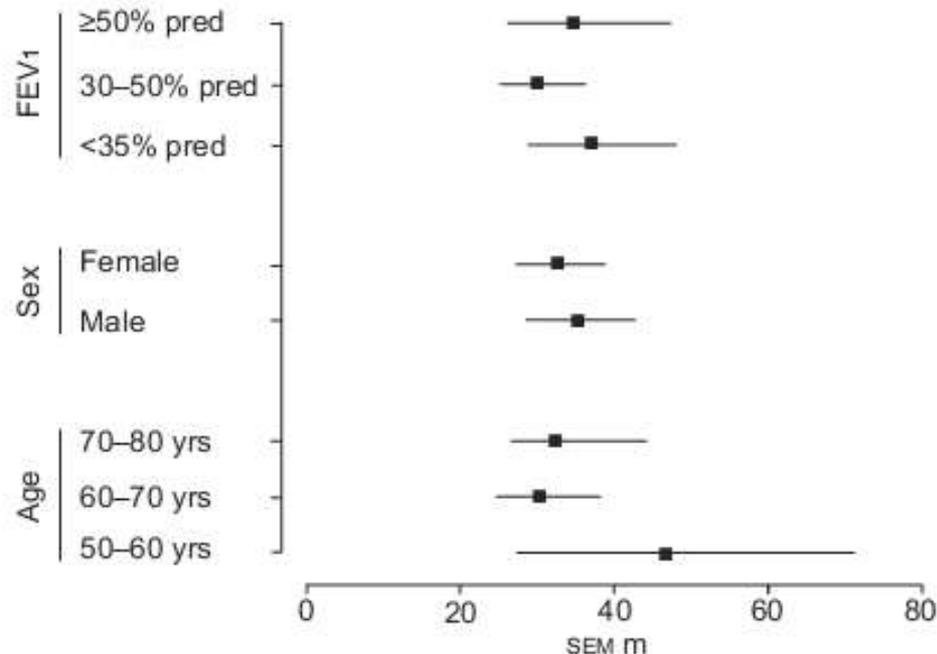
Et maintenant, arrêtez-vous ( à 6 minutes).

# Le TM6 : la standardisation

- Nécessité de réaliser un test de familiarisation
- Nouveauté : stopper test si  $SpO_2 < 80\%$ , reprendre quand  $SpO_2 > 85\%$
- Test sous maximal qui peut devenir maximal (patients sévères)  
=> Si pas d'EFX préalable, arrêt à 85% FC max théo?

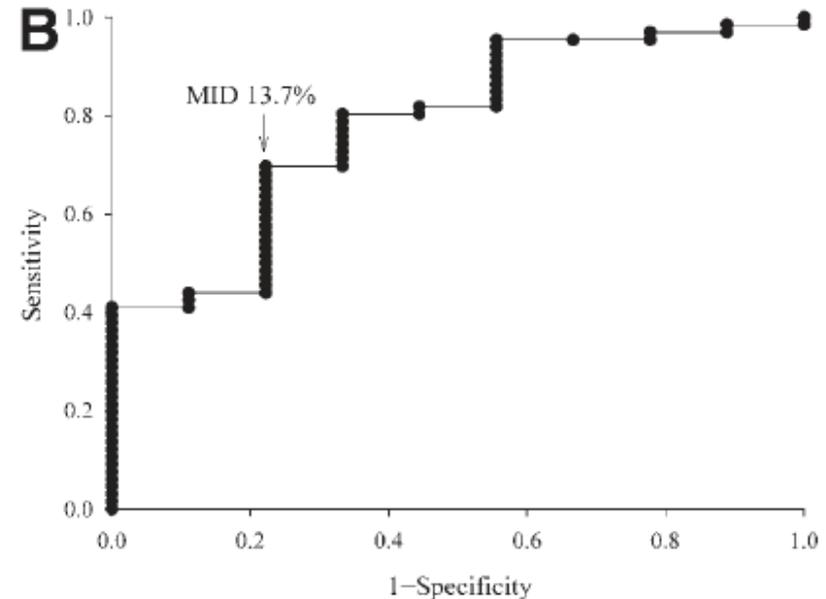
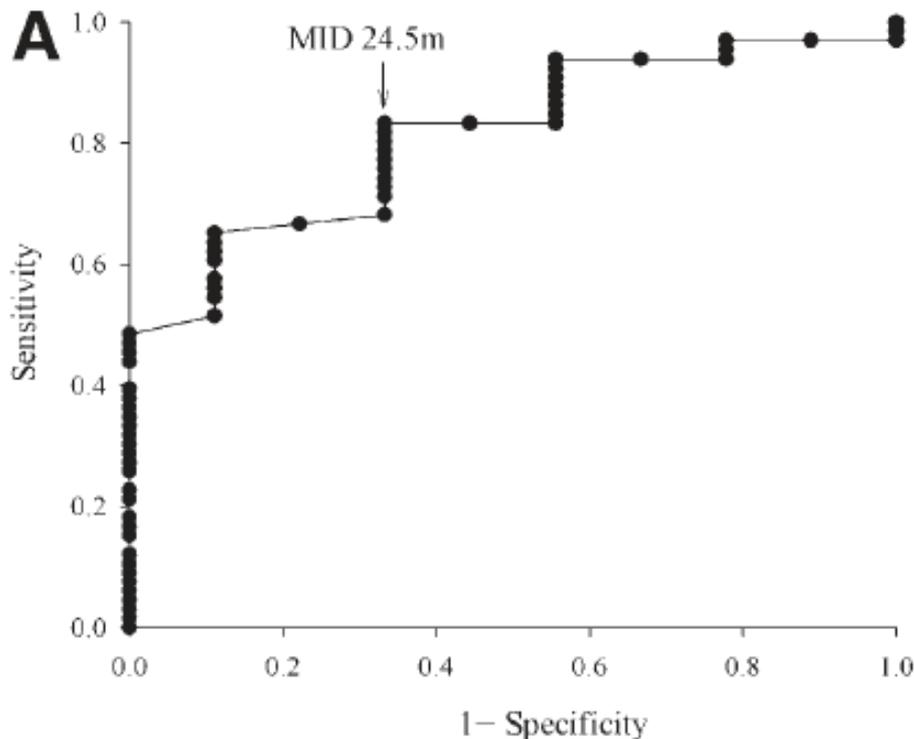
# Le TM6 : l'interprétation - MCID

- +40 m et -70m ( Redelmeier et al. Am J Respir Crit Care Med 1997;155:1278-82)
- Puis : 35 m = 10% TM6 initial (Puhan. Eur Respir J 2008;32:637-43)



# Le TM6 : l'interprétation - MCID

- Puis 25 m ou 13,7% (*Holland et al. Arch Phys Med Rehabil 2010;91:221-5*)



**Fig 3.** Receiver operating characteristic curves for change in 6MWD using participants' ratings of change. (A) Absolute change in walk distance. (B) Percentage change in walk distance.

# Le TM6 : l'interprétation – valeurs de référence

Principales équations prédictives de la distance de marche lors du test de 6 minutes.

Auteur	Tranche d'âge	Équation	Nombre de sujets
Priesnitz [32]	6-12 ans	$145,343 + (11,78 \times \text{âge}) \times (292,22 + \text{taille (m)}) + 0,611 \times \text{diff. FC} - (2,684 \times \text{poids (kg)})$	92 H-96 F
Geiger [33]	3-18 ans	M : $196,72 + (39,81 \times \text{âge}) - (1,36 \times \text{âge}^2) + (132,28 \times \text{taille (m)})$ F : $188,61 + (51,50 \times \text{âge}) - (1,86 \times \text{âge}^2) + (86,10 \times \text{taille (m)})$	280 H-248 F
Li [34]	7-16 ans	M : $554,16 - (\text{diff. FC} \times 1,76) - (\text{taille (cm)} \times 1,23)$ F : $526,79 - (\text{diff. FC} \times 1,66) - (\text{taille (cm)} \times 0,62)$	805 H-640 F
Enright [35]	40-80 ans	M : $(7,57 \times \text{taille (cm)}) - (5,02 \times \text{âge}) - (1,76 \times \text{poids (kg)}) - 309 \text{ m}$ F : $(2,11 \times \text{taille (cm)}) - (2,29 \times \text{poids (kg)}) - (5,78 \times \text{age}) + 667 \text{ m}$	117 H-173 F
Camarrì [36]	55-75 ans	$64,69 + (3,12 \times \text{taille (cm)}) + (23,29 \times \text{VEMS (l)})$	33 H-37 F
Troosters [37]	50-85 ans	$218 + (5,14 \times \text{taille (cm)}) - 5,32 \times \text{âge} - (1,80 \times \text{poids} + 51,31 \times \text{sexe})$ Sexe = 1 (M) ou 0 (F)	29 H-22 F

VEMS : volume expiratoire maximal par seconde ; l : litre ; FC : fréquence cardiaque ; H : homme ; F : femme.

# Le TM6 : l'interprétation – désaturation

- Différence significativement plus importante de la désaturation à l'effort au TM6 comparé à l'EFX

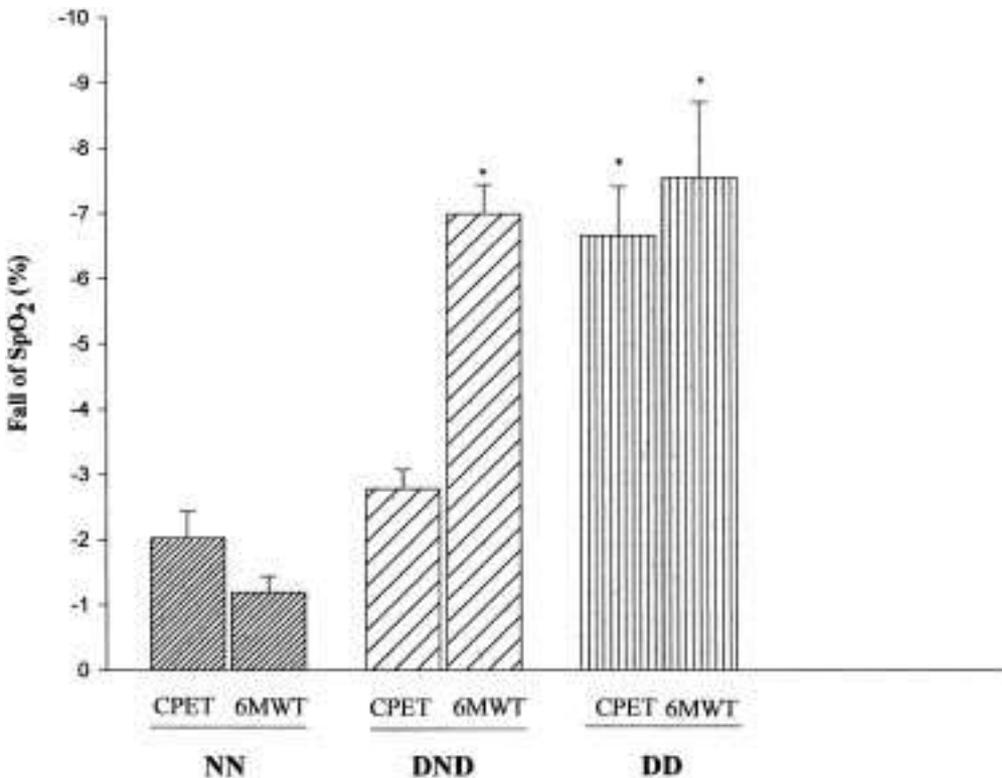


Table 2—Peak HR, dyspnea, and oxygen desaturation during the 6MWT, ISWT, and CET in 20 Subjects

Variable	6MWT	ISWT	CET
HR, beats/min			
Mean ± SD	126.4 ± 14.6	123.0 ± 17.2	123.6 ± 12.4
Range	100–158	92–164	100–144
Maximum HR,*			
% predicted			
Mean ± SD	81.6 ± 11.4	79.0 ± 12.3	79.4 ± 9.4
Range	67–105	61–109	63–95
Dyspnea score			
Mean ± SD	6.4 ± 2.2	6.3 ± 1.9	7.0 ± 1.7
Range	0.5–10	4–9	5–10
SpO <sub>2</sub> , %			
Mean ± SD	86.8 ± 5.1†	86.5 ± 4.8†	91.8 ± 3.2
Range	78–96	77–95	87–98

\*Maximum HR was calculated from the equation  $220 - \text{age}$ .

†p < 0.001 vs CET.

# Le TM6 : l'interprétation – désaturation

- « La prise en charge de l'oxygène liquide (forfait 2) est assurée (...) pour les patients atteints d'insuffisance respiratoire uniquement à l'effort (...) [ $\text{PaO}_2$  inférieure ou égale à 55 mmHg]. **Le bénéfice de l'oxygénothérapie est alors attesté, à l'épreuve de marche de 6 minutes**, par une amélioration en termes de dyspnée, gazométrie, distance parcourue et/ou d'amélioration de la courbe d'oxymétrie continue. »

# Le test de marche de 6'

- Test standardisé (Holland et al. ERJ 2014; ATS statement, AJRCCM 2002; Recos SPLF. Rev Mal Respir 2005)
- Test sous maximal qui peut devenir maximal (patients sévères) (Casas Chest 2005)
- Test valide, reproductible, sensible (Butland et al. Br Med J 1982;284:1607-8)
- Valeurs de référence (Troosters ERJ 1999, Enright et al. AJRCCM 1998) pour les patients BPCO...
- Fait partie du bilan type de RR
- MCID pour les BPCO 25 à 35 mètres (Holland Arch Phys Med Rehabil 2010; Puhan Eur Respir J 2008 )
- Permet d'objectiver une désaturation à la marche : titration O<sub>2</sub> à la déambulation
- **MAIS Nécessité d'un couloir d'au moins 30 m...**

# Le test du lever de chaise d'1': la réalisation

- Sit to Stand Test 1' : STST1
- Se lever d'une chaise sans accoudoir et se rasseoir le plus grand nombre de fois en une minute
- Chaise d'une hauteur de 46 cm (hauteur standard)
- Mains sur les hanches

# STST1 et capacité à l'exercice

- Comparé au TM6 : bonne corrélation mais stress cardio moindre (*Ozalevli et al. respir med, 2007; Crook et al. ERJ 2017*)

# STST1 : standardisation

- Position des mains : mains sur les hanches (une étude avec bras croisés)
- Hauteur de chaise : 46-48 cm
- Encouragements standardisés au cours du test : étude Ozalevli: pas d'encouragements
- Nombre de transferts **complets** compté
- Pas de test de familiarisation nécessaire (Reychler et al. Clin Respir J. 2017;00:1-9.)

# STST1 : interprétation

- Valide et reproductible dans la BPCO (Crook et al. ERJ 2017 - Reychler et al. Clin Respir J. 2017;00:1–9.)
- Sensible à un programme de RR (Vaidya et al. IJCOPD 2016;11:2609-2616; Crook et al. ERJ 2017;49)
- MCID : proposition de 3 levers (Vaidya et al. IJCOPD 2016;11:2609-2616; Crook et al. ERJ 2017;49)
- Valeurs de référence : oui (Strassmann et al. Int J Public Health. 2013;58(6):949-53)
- Désaturation : ne permet pas d'objectiver une désaturation comparativement au TM6

# Le test de lever de chaise d'une minute

- STST1 : test standardisé
- Proposition de MCID pour BPCO : 3 levers
- Valeurs de références : oui
- Particulièrement adapté au domicile ou consultation
- **Ne permet pas d'objectiver une désaturation à l'effort**

# Le stepper test de 6'(ST6) : réalisation

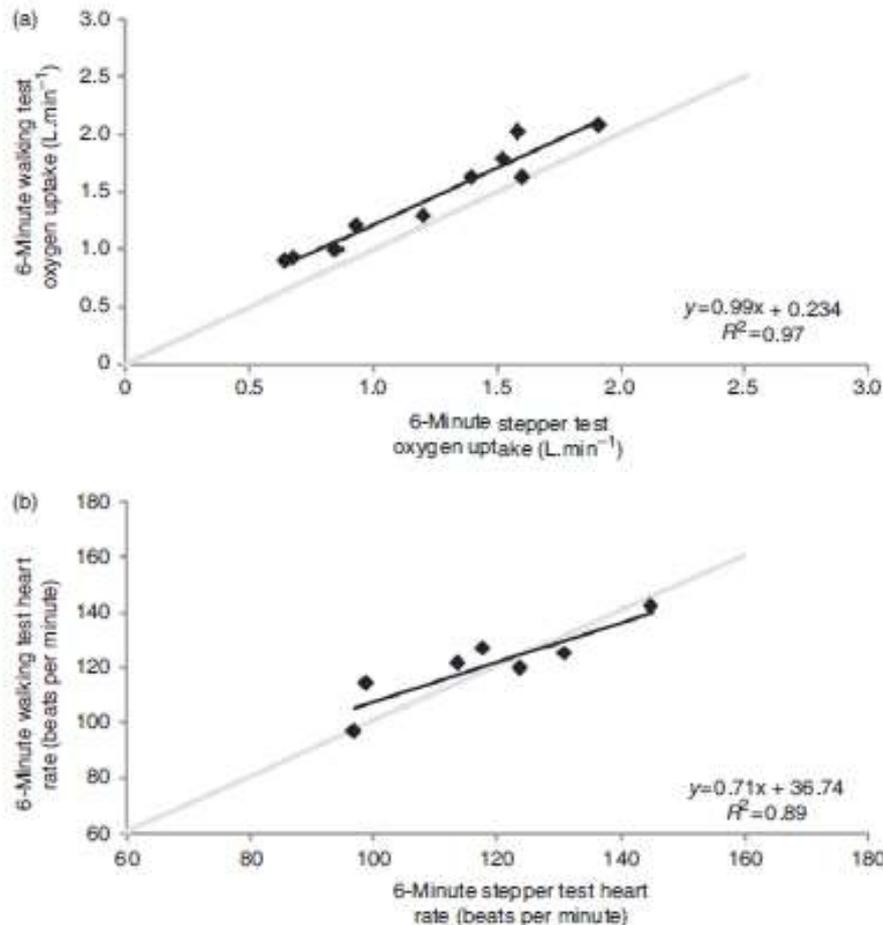
- Consiste à effectuer le plus grand nombre de steps en 6'
- Hauteur de la “marche” : 20 cm



# Le ST6 : standardisation

- Consignes identiques à celles du TM6
- Pas d'appui des membres supérieurs
- Hauteur de “marche” +++
- Matériel : résistance des vérins, échauffement des vérins si utilisation prolongée?

# Le ST6 et capacité à l'exercice



- Test reproductible, sensible, sûr, bien corrélé au TDM6 (Borel et al. clin rehab, 2010)



**Figure 5** Correlations between six-minute stepper test and six-minute walking test in cardiorespiratory parameters (oxygen uptake and heart rate). Grey line represents the line of identity. The two correlations were significant ( $P<0.001$  for oxygen uptake correlation and  $P<0.01$  for heart rate correlation).

# Le ST6 - interprétation

- Bon marqueur de la tolérance à l'effort au cours d'un programme de RR (Coquart et al. COPD 2014, 00:1-6 - Pichon et al. Respiration 2016;91:367-373)
- MCID : 20 steps (Pichon et al. Respiration 2016;91:367-373)
- valeurs normatives : non
- Ne permet pas d'objectiver désaturation à l'exercice

# Le stepper test de 6'

- Test standardisé (**mais pas le matériel...**)
- Marqueur de la tolérance à l'effort au cours d'un programme de RR (mais  $\neq$  TM6)
- MCID : 20 steps
- Pas de valeurs de référence
- **Ne permet pas d'objectiver désaturation à l'effort**

# Les step tests : la réalisation

- Step test de 6' (6MST)
- Step test de 3' (3MST)
- Chester step test (CST)
- Consiste à Monter et descendre d'une marche



# 6 et 3MST : standardisation

- Hauteur de marche : 20, 15 cm ??
- Consignes identiques à celles du TM6
- Proche d'un point fixe
- Nécessité d'un test d'apprentissage?  
(oui pour 3MST: Beaumont et al. COPD 2019; ± pour 6MST: Da Costa et al. Respir care 2013)

# 6 et 3MST et capacité à l'exercice

- 6MST : Test sous maximal, fiable, reproductible (*Dal corso et al. Eur Respir J 2007; 29: 330–336 -- Pessoa et al. Braz J Phys Ther 2014;18(3):228-36*)
- 3MST : bien corrélé à la distance de marche au TM6 (*Beaumont et al. COPD 2019*)

# 6 et 3MST : interprétation

- Pas de MCID
- Valeurs de références  
(*Arcuri et al. Clin J Sport Med 2016;26:69-75*)
- Marqueur de la capacité à l'exercice en RR  
(*Marrara, J bras Pneumol, 2012*)
- Permet objectiver une désaturation dans la fibrose (*Dal corso et al. Eur Respir J 2007*)

**TABLE 4. Equations to Predict 6-Minute Step Test Performance**

Test	Gender	Equation
6MST-1	Male	Steps = 209 - [1.05 × Age <sub>(years)</sub> ]
	Female	Steps = 174 - [1.05 × Age <sub>(years)</sub> ]
6MST-2	Male	262.73 - [0.8 × Age <sub>(years)</sub> ] - [0.67 × AbdC <sub>(cm)</sub> ]
	Female	222.09 - [0.8 × Age <sub>(years)</sub> ] - [0.67 × AbdC <sub>(cm)</sub> ]
6MST-best	Male	263.17 - [0.876 × Age <sub>(years)</sub> ] - [0.585 × AbdC <sub>(cm)</sub> ]
	Female	222.09 - [0.876 × Age <sub>(years)</sub> ] - [0.585 × AbdC <sub>(cm)</sub> ]

AbdC, abdominal circumference; RSE, residual standard error; 6MST-1, 2, or best: first, second, or the best p

Tableau. 5. Données cardio-respiratoire de fin de test et comparaisons avec le 6MWT.

	6MWT	STST	p	3MST	p	3MStepT	p
FC	108+/-18	97+/-17	0.215	120+/-17	0.116	115+/-16	0.509
Dyspnée	4.0+/-1.8	4.3+/-2.2	0.097	5.6+/-1.9	0.067	4.0+/-1.6	0.667
SpO2	85+/-6	91+/-4	0.012*	88+/-6	0.354	86+/-6	0.957
Pén MI	2.4+/-2.3	2.9+/-1.8	0.750	4.7+/-1.3	0.002*	4.7+/-1.8	0.039*

FC : fréquence cardiaque ; SpO2 : saturation pulsée en oxygène : saturation ; Pén MI : pénibilité membres inférieurs. \* seuil de significativité 0.05.

# Le step test de 3 et 6'

- Marqueur d'un programme de RR
- Permet évaluer désaturation dans fibrose
- Valeurs de référence pour 6MST
- **Pas de MCID**
- **3MST semble intéressant/TM6 mais nécessité études pour utilisation courante**

# Le test de vitesse sur 4 m

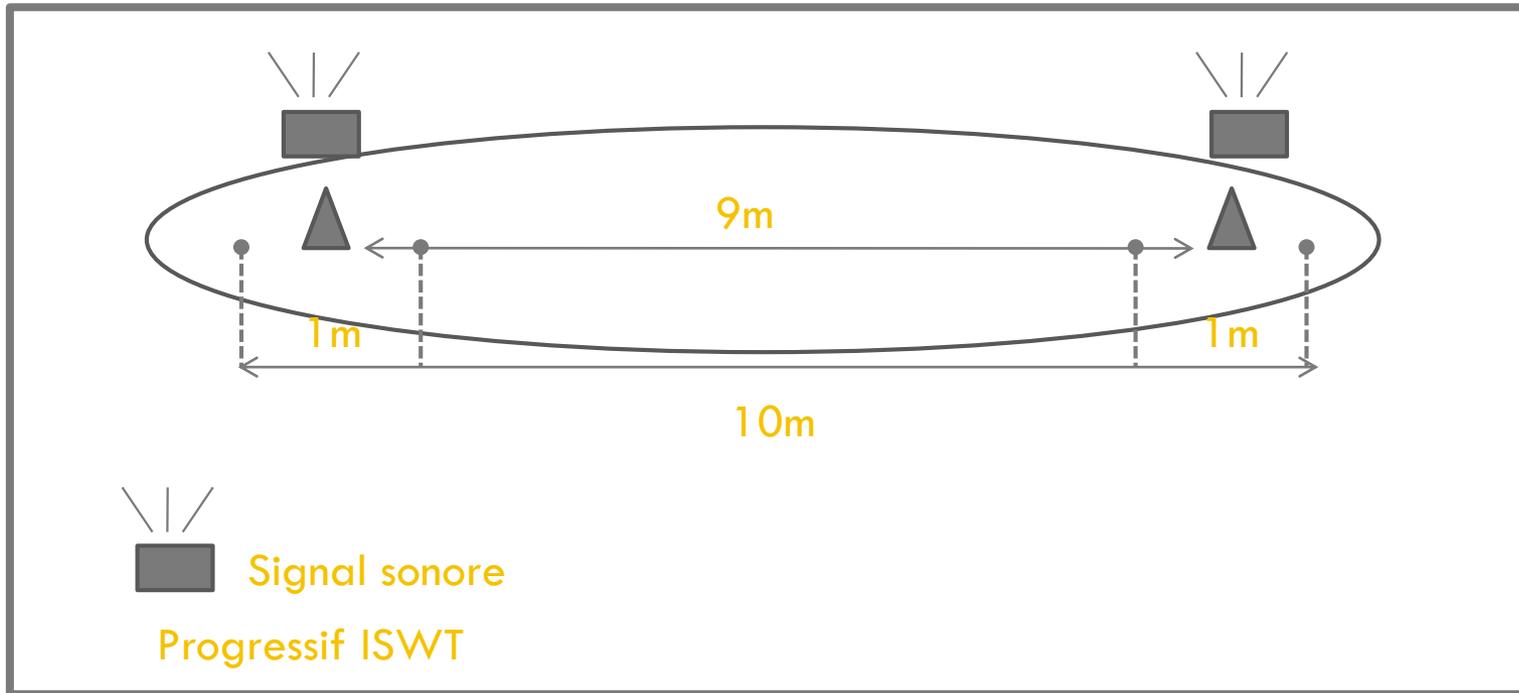
- 4-metre Gait Speed (4MGS)
- Valide, reproductible chez BPCO (*Kon et al. ERJ 2012*)
- Standardisé
- MCID : + 0,11 m/s (*Kon et al. ERJ 2013*)
- **Pas de valeurs de référence**
- **Court pour évaluer fonction cardio respi, dyspnée...**

# Le test de la navette (ISWT)

- Incremental Shuttle Walk Test : test standardisé  
(Singh et al. thorax 1992)
- Marche entre 2 plots séparés de 9m, à un rythme imposé
- Changement de vitesse toutes les minutes



# ISWT : la réalisation

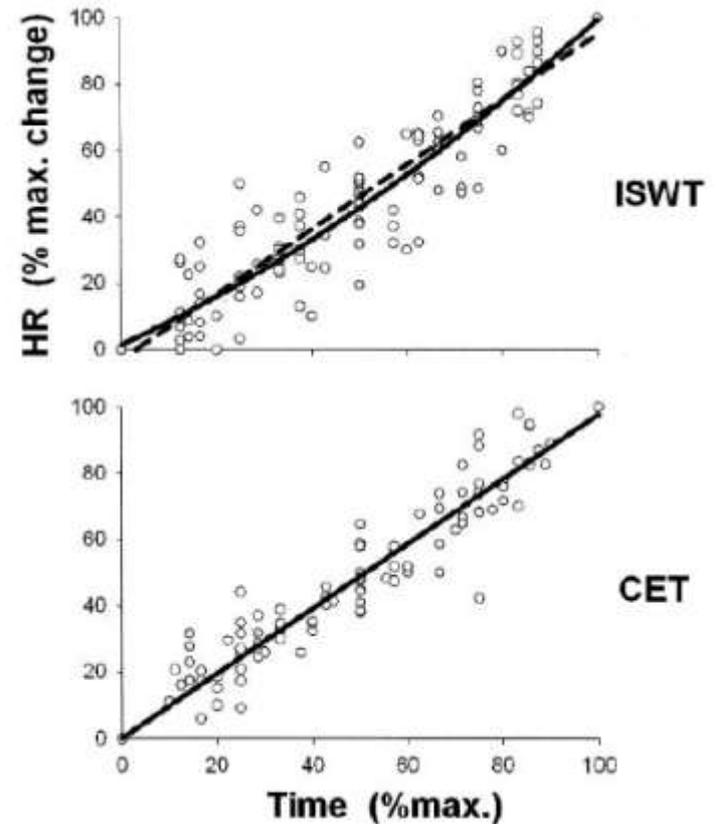
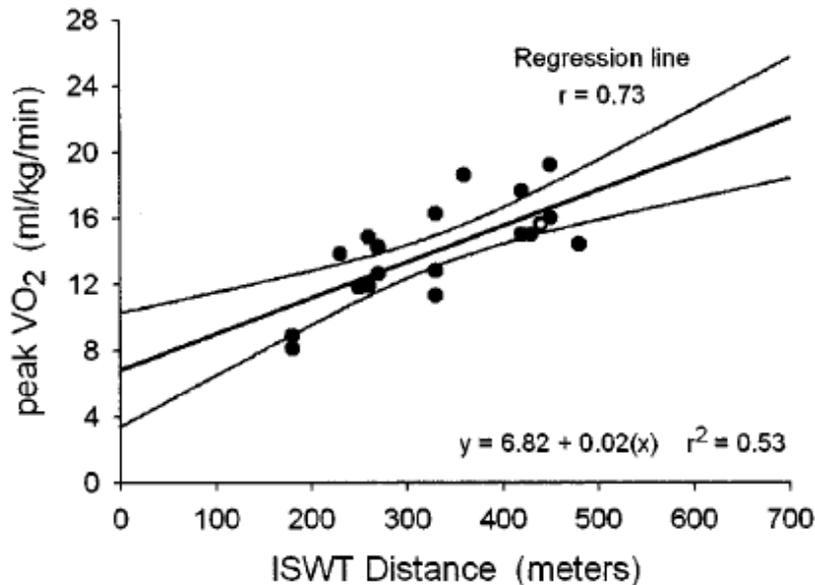


# ISWT : la standardisation

- Marche entre 2 plots rythmée par un enregistrement audio : bip qui indique au patient qu'il doit arriver au plot
- Augmentation de la vitesse signalée par un triple bip « vous allez devoir augmenter votre vitesse de marche »
- Arrêt du test quand le patient ne suit plus le rythme, ou si la  $FC > 85\%$  de la FC max théorique, ou  $SpO_2 < 80\%$  (Singh et al. *thorax* 1992, Campo et al. *Arch Phys Med Rehabil* Vol 87, 2006 )
- Nécessité de réaliser un test de familiarisation (pour évaluer capacité à l'exercice) (Hill et al. *Respirology* 2012; 17: 278–284; Dyer et al. *Chron Respir Dis* 2011; 8: 201–205; McKeough et al. *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90: 35–39)

# ISWT et capacité à l'exercice

- Test maximal : corrélation  $\text{VO}_2\text{max}$  - distance et FC à ISWT



*Turner et al. Chest 2004;126:766-773*

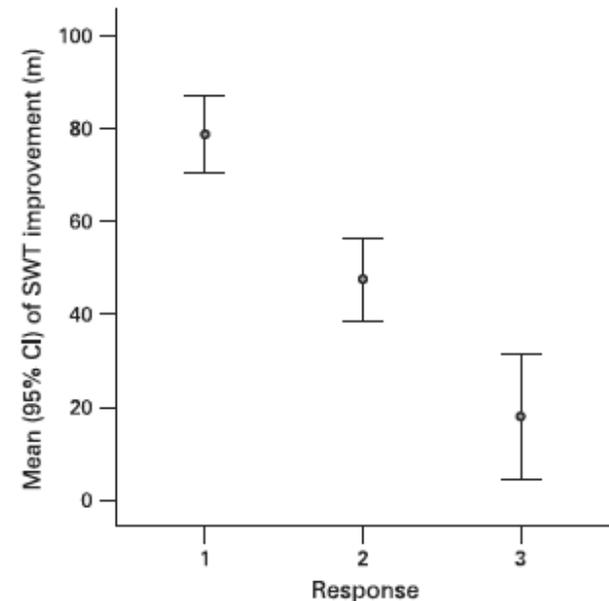
*Singh et al. Eur Respir J 2014; 44: 1447-1478.*

*Elias Hernandez et al. Arch bronchoneumol 1997*

# ISWT : l'interprétation - MCID

- MCID pour BPCO :  
+47.5 m

The MCID to identify improvements in the ISWT is 47.5 m when assessed at a population level in which an average shuttle distance could be calculated, or 5 shuttles since



**Figure 2** Mean difference (in metres) and 95% confidence intervals in patients whose exercise tolerance was perceived to be “better”, slightly better” and “about the same” (responses 1, 2 and 3, respectively).

# ISWT : l'interprétation - MCID

- MCID pour BPCO :  
+36 m

# ISWT : l'interprétation – valeurs de référence

## □ Valeurs de référence

$$1449,701 - (11,735 \times \text{âge}) + (241,897 \times \text{genre}) - (5,686 \times \text{IMC})$$

avec homme : 1 et femme : 0

## □ Equations de valeur prédictive de $\text{VO}_2$ max

$$\text{VO}_2\text{max (L/min)} = 0,023 \times \text{distance (m)} + 5,9$$

$$\text{VO}_2\text{max (mL/Kg/min)} = 0,024 \times \text{distance (m)} - 0,06 \times \text{poids (kg)} + 0,06 \times \text{âge} + 6,44$$

# ISWT : l'interprétation – désaturation

- Différence significativement plus importante de la désaturation à l'effort au ISWT comparé à l'EFX

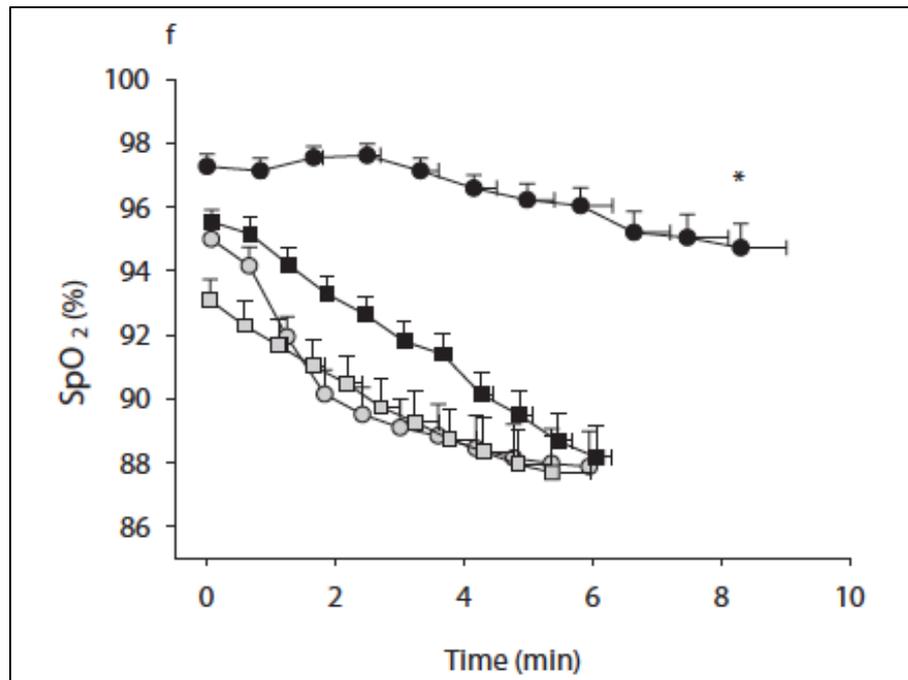


Table 2—Peak HR, dyspnea, and oxygen desaturation during the 6MWT, ISWT, and CET in 20 Subjects

Variable	6MWT	ISWT	CET
HR, beats/min			
Mean $\pm$ SD	126.4 $\pm$ 14.6	123.0 $\pm$ 17.2	123.6 $\pm$ 12.4
Range	100–158	92–164	100–144
Maximum HR,*			
% predicted			
Mean $\pm$ SD	81.6 $\pm$ 11.4	79.0 $\pm$ 12.3	79.4 $\pm$ 9.4
Range	67–105	61–109	63–95
Dyspnea score			
Mean $\pm$ SD	6.4 $\pm$ 2.2	6.3 $\pm$ 1.9	7.0 $\pm$ 1.7
Range	0.5–10	4–9	5–10
SpO <sub>2</sub> , %			
Mean $\pm$ SD	86.8 $\pm$ 5.1†	86.5 $\pm$ 4.8†	91.8 $\pm$ 3.2
Range	78–96	77–95	87–98

\*Maximum HR was calculated from the equation  $220 - \text{age}$ .

† $p < 0.001$  vs CET.

# Le test de la navette (ISWT)

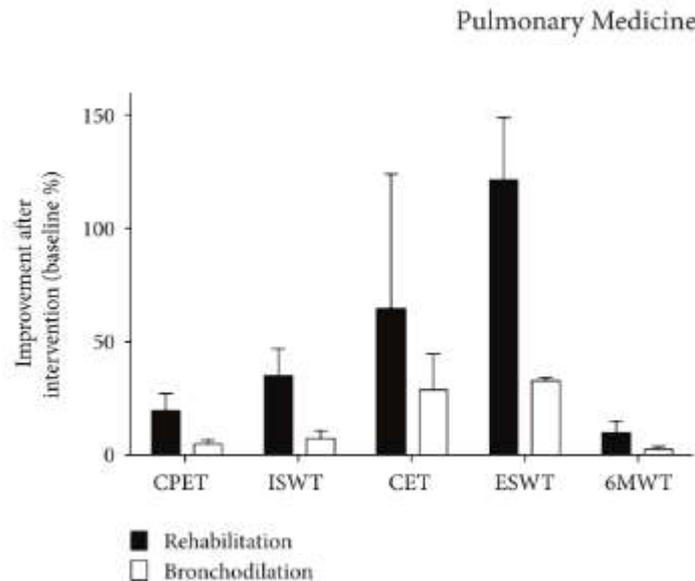
- Incremental Shuttle Walk Test : test standardisé
- Test maximal
- Test validé pour BPCO, muco, fibrose idiopathique, PA >70 ans, pathologies cardiaques
- MCID pour BPCO : +47.5 m
- Permet d'objectiver une désaturation à l'effort
- Valeurs de référence et équations prédictives de valeur de  $\dot{V}O_2$  max
- Pas d'obligation d'EFX préalable, mais souhaitable et recommandée...

# Le test d'endurance de la navette (ESWT)

- Endurance Shuttle Walk Test
- Marche rythmée à 85% vitesse de marche max lors de l'ISWT (100'' d'échauffement )
- Arrêt si dyspnée trop importante, vitesse réduite, FC trop élevée, ou à 20'.

# ESWT et capacité à l'exercice

- Pas d'étude comparant ESWT et EFX
- Mais plus sensible que ISWT pour évaluer effets d'un programme de réhabilitation respiratoire



*Revill et al. Thorax 1999;54(3): 213-221*  
*Borel et al. Pulmonary Med , 2013*

# ESWT : interprétation - MCID

- MCID : +65'' et 95 m après bronchodilatation (Pepin et al. *Thorax* 2007;62: 291-298)
- MCID : 186– 199 s, mesuré après programme de RR chez BPCO très sévère (IRCG) (Altenburg et al. *Respiratory Research* 2015;16:27)

# ESWT : interprétation – valeurs de référence

---

- Pas de valeurs de référence

# Le test de la navette en endurance

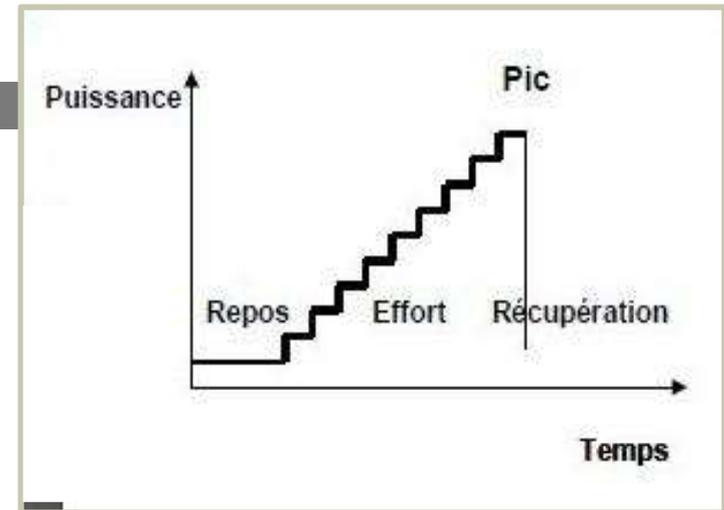
- ESWT : test standardisé
- Permet d'évaluer
  - ▣ une désaturation à l'effort (*Revill et al. Chronic Res Dis 2010*)
  - ▣ Programme de RR (*Revill et al. Thorax 1999 - Eaton et al. Chronic Res Dis 2006*)
  - ▣ Un traitement médicamenteux (*Pepin et al. Thorax 2007*)
- **MCID après RR à explorer davantage**
- **Nécessite ISWT**

# La place de l'EFX en réhabilitation

- Evaluer le handicap
- Dépister les affections associées
  - ▣ Cardiovasculaires (sécurité +++)
  - ▣ musculaires
- Détecter et corriger l'hypoxémie
- Fixer le niveau de réentraînement
- Apprécier les effets du réentraînement

# Le déroulement d'une EFX

- Sur Ergocycle +++ ou Tapis
- Médecin et Kiné (ou autre)
- Protocole à charge croissante =
  - ▣ Charge initiale 30% de la puissance max estimée pdt 3 mn
  - ▣ Incrémentation de x Watts/mn
- Evaluation de la dyspnée et de la pénibilité musculaire à chaque palier
- Mesure des échanges gazeux (VO<sub>2</sub>max) et du Seuil Ventilatoire
- Enregistrement ECG continu (12 pistes)
- Enregistrement HTA discontinu
- Suivi continu au saturomètre



VO<sub>2</sub>max théorique:

Hommes :  $P(50.72-0.372A)$

Femmes:  $(42.8+P)(22.78-0.17A)$

A: Age en années P: pds en KG

$$P_{\text{max théorique}} = \frac{VO_{2\text{max th}}}{10.3}$$

Puissance à SV vaut  
environ 50% P<sub>max théo</sub>

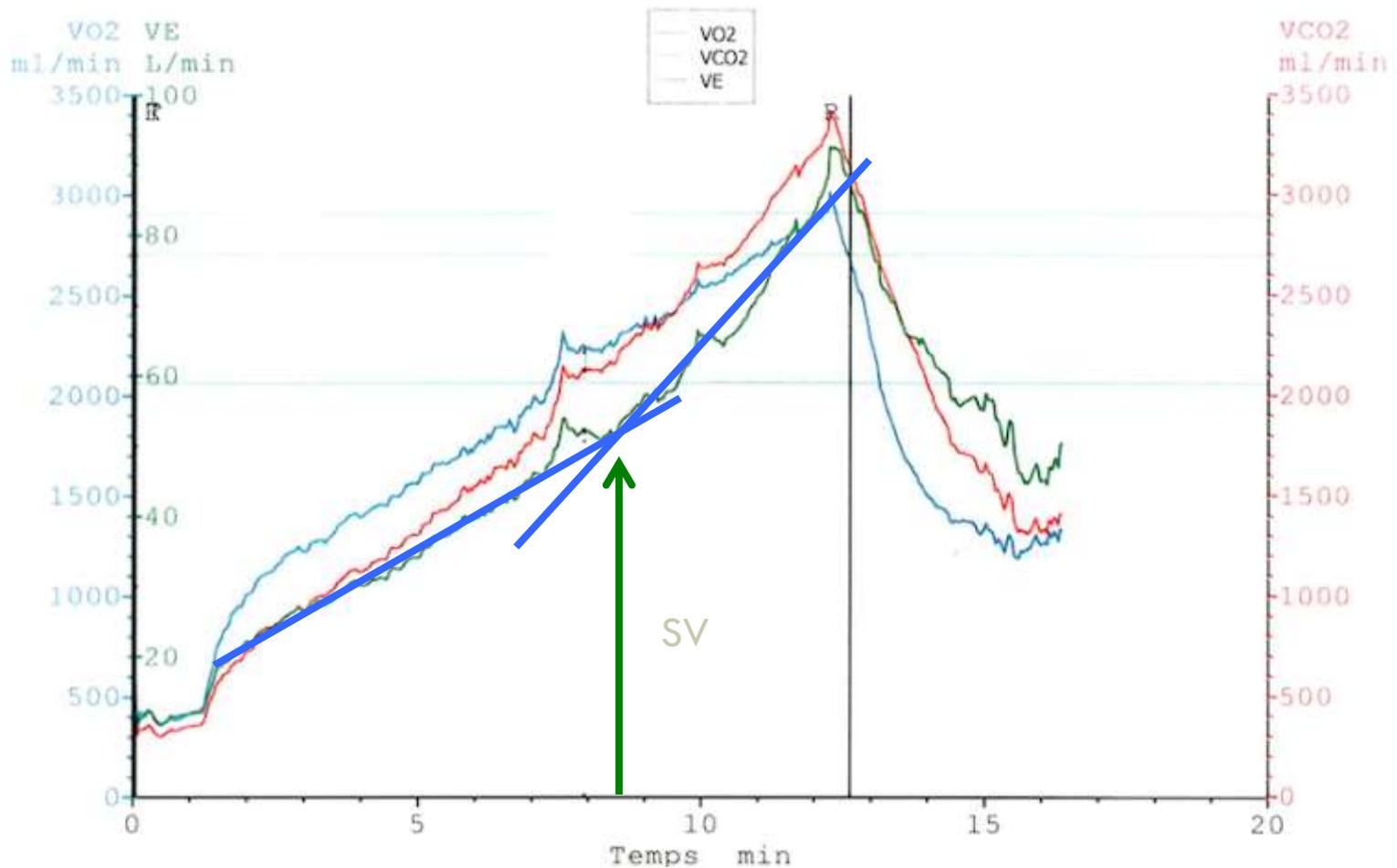
## ARRET DU TEST SI:

Dyspnée trop importante, sensation de pénibilité musculaire trop importante, FC trop élevée, anomalie ECG, incapacité à soutenir le pédalage, VO<sub>2</sub> max atteinte...

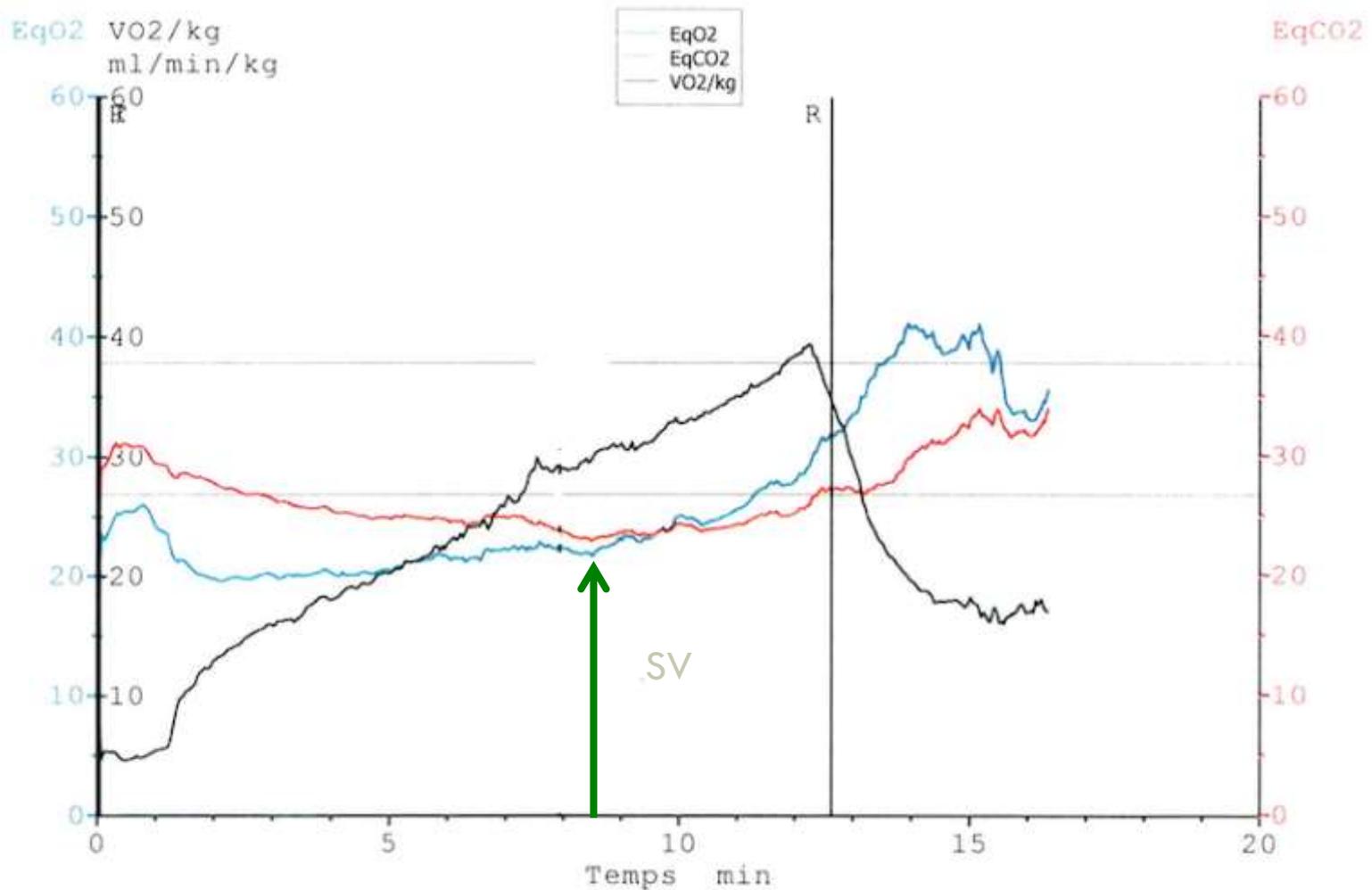
# Les critères de maximalité

- Physiologiques :
  - ▣ Plateau de  $\text{VO}_2$  malgré 2 incréments de la puissance
  - ▣ FMT atteinte ( $\pm 5\%$ ) ou  $>90\%$  théo
  - ▣  $\text{RV} < 15$
  - ▣  $\text{QR} > 1.10 - 1.15$
  - ▣ Acidose métabolique (↘ pH de 0.04 ou  $\text{pH} < 7.30$ )
  - ▣ Lactatémie  $> 7\text{mmol}$
  
- Cliniques
  - ▣ Sensation de dyspnée (rarement  $> 7$ )
  - ▣ Sensation de pénibilité musculaire des MI

# Exemple détermination SV par l'élévation non linéaire de VE



# Exemple détermination SV par $\uparrow$ EqO2 sans augmentation $\uparrow$ EqCO2



# Le test d'endurance sur cycloergomètre (CET)

- Détermination de la puissance max à l'EFX
- CET à 75-80 % de la puissance max (Palange et al. ERJ 2007)
- Arrêt du test quand fréquence de pédalage impossible à maintenir (<40 tours/minute)
- Meilleur marqueur de l'évolution de la capacité en endurance après programme de réentraînement (/EFX ou TM6) (Borel et al. Pulmonary Med 2013 – Palange et al. ERJ 2007)
- MCID : +100 -200" (Laviolette et al. Thorax 2008)
- Très bon marqueur des effets d'un traitement (BD, O<sub>2</sub>, Heliox pdt RE, réduction pulmonaires) (Palange et al. ERJ 2007)
- **Le temps d'endurance est le paramètre qui est le plus amélioré au décours d'une réhabilitation (87% selon Troosters AJRCCM 2005 sur l'ensemble des publications) et le plus corrélé à l'amélioration ressentie par le patient**
- Mais nécessité études pour standardisation (quelle puissance+++ ) (Borel et al. Pulmonary Med 2013)

# Test de Marche de 6 Minutes



# Le test de marche de 6 minutes



# Test de la navette



# Le test de la navette



# Sit to Stand Test



# Sit to Stand 1'



# Stepper Test 6'



# Le stepper test de 6'



# Step test



# Le step test de 6'



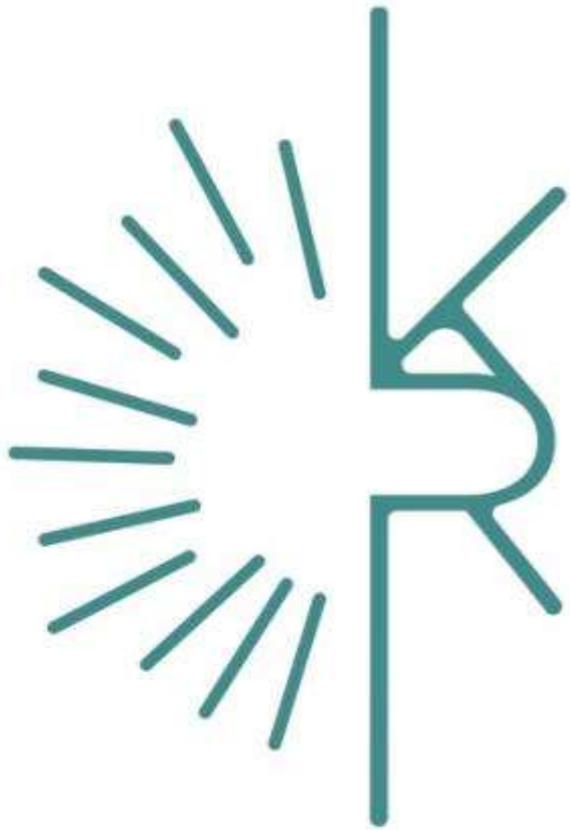
Tests	Validité	Standardisation	Éval pg RR	MCID	Normes	intérêt	Avantages	Inconvénients
TM6	+	+	+	+	+	Eval capacité à l'exercice, désaturation à l'exercice	Valide, reproductible, sensible	Couloir >30m
ISWT	+	+	+	+	+	Eval capacité à l'exercice, désaturation à l'exercice	Valide, reproductible, sensible	Temps, EFX recommandée
ESWT	+	+	+++	+(pr BD)	-	Eval capacité à l'exercice, désaturation à l'exercice	Excellent marqueur	Nécessite ISWT, temps
3MST	+	+/-	-	-	-	Eval capacité à l'exercice, désaturation à l'exercice (à confirmer)	Court, peu de place requise, semble s'approcher du TM6	Etudes à réaliser pour standardisation +++ , MCID, normes
ST6	+	+/-	+	+	-	Eval capacité à l'exercice mais différent TM6, Endurance des quadriceps ?	Réalisable partout	Standardisation matériel (vérin), ne permet pas d'évaluer désaturation

Tests	Validité	Standardisation	Éval pg RR	MCID	Normes	intérêt	Avantages	Inconvénients
6MST	+	+/-	+	-	+	Évalue la capacité de l'exercice, la désaturation de l'exercice (fibroses)	Réalisable partout	Études à réaliser pour la standardisation +++ MCID, normes
Test des escaliers	+	-	-	-	-	Outil prédictif de complications cardio-pulmonaires	Test fonctionnel	Standardisation +++ Nécessité 3 étages
SST	+	+	+	+	+	Évalue la capacité de l'exercice. Outil permettant le test de force et d'endurance	Adapté au domicile. Rapide	Ne permet pas d'évaluer la désaturation
4MGS	+	+	+	+	-	Évalue la capacité de l'exercice. Pour les patients très âgés ou ne pouvant pas faire le 6M	Rapide. Faible place requise	Évalue la fonction cardio-respiratoire. Ne permet pas d'évaluer la désaturation

# Conclusion

- Tests nombreux ces dernières années
- Nouveaux tests intéressants mais nécessité études (valeurs normatives, MCID, différentes pathologies...) avant utilisation en pratique courante
- Réflexion sur intérêt du test (évaluation capacité à l'exercice,  $O_2$ ...)
- Pratique clinique courante : TM6 reste le Gold Standard, STST1 très documenté et utilisé
- Choisir le test qui convient le mieux à sa pratique courante

# Merci de votre attention



**KINÉSITHÉRAPIE  
RESPIRATOIRE**

<http://kinesitherapierespiratoire.fr>

[mbeaumont@ch-morlaix.fr](mailto:mbeaumont@ch-morlaix.fr)  
[e.villiotdanger@gmail.com](mailto:e.villiotdanger@gmail.com)

# EVALUATION DU MUSCLE SQUELETTIQUE DANS LA BPCO

# Pourquoi une évaluation?

- Les tests d'exercice globaux (EFX, TDM6, Test de la navette...) intègrent des altérations cardiaque, respiratoire et MUSCULAIRE.



pas exactement appropriés

- Tests **spécifiques** d'évaluation des muscles périphériques **nécessaires**

# Quand évaluer les muscles périphériques ?

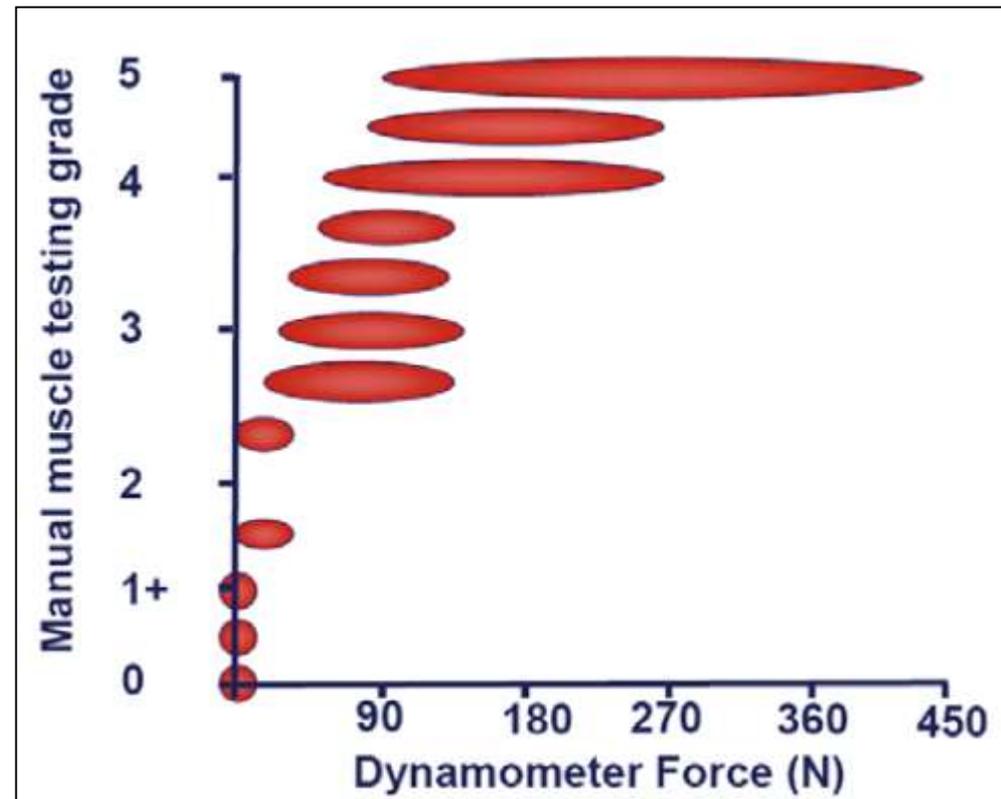
- Evolution des patients (pratique clinique « de routine »)
- Evaluer l'effet d' une intervention thérapeutique (programme de réentraînement)
- Patients se plaignant de fatigue
- Etudes cliniques

# Comment mesurer la force ?

- Score MRC
- Isocinétisme
- Stimulation magnétique
- Isométrique
  - ▣ Jauge de contrainte
  - ▣ Dynamomètre à main

# Le score MRC

- 0 - Absence contraction décelable
- 1 - Contraction palpable sans Mvt
- 2 - Mouvement sans la gravité
- 3 - Contraction contre la gravité
- 4 - Contraction contre résistance + gravité
- 5 - Force normale



# L'isocinétisme

- Mesure de la force maximale volontaire en dynamique
- Vitesse constante
- Adaptation Résistance / force développée  $f_{ct}^{\circ}$  de l'angle articulaire
- Protocole d'installation strict (axe rotation, bras levier...) pour reproductibilité
- Encouragements
- 3 mesures
- Permet renforcement avec feedback
- COUT +++



# La stimulation magnétique

- Mesure de la force maximale isométrique
- Stimulation magnétique du nerf fémoral
- Mesure indépendante de la coopération du patient
- Cout +++
- Actuellement tech de labo



# La jauge de contrainte

- Mesure de la force maximale volontaire en isométrique
- Possibilité ajout appareil acquisition données
- Nécessité protocole pour reproductibilité
- Jambe dominante, les 2
- 3 contractions maximales tenues 1-3 secondes
- Garder la meilleure avec variabilité <10%

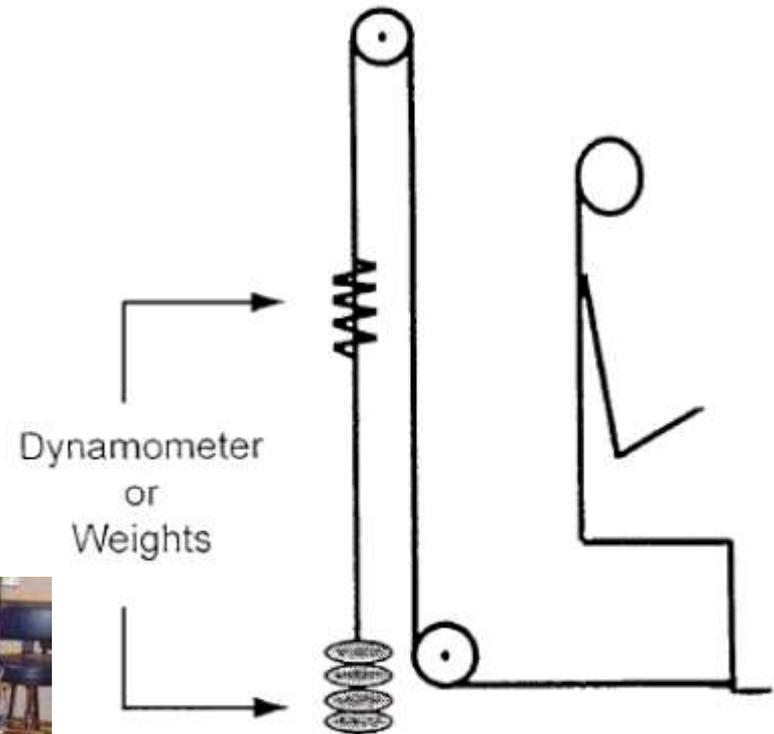


FIGURE 1. Diagram of the subject's position and the material used to assess skeletal muscle performance.

# Le dynamomètre portatif

- Mesure de la force maximale volontaire en isométrique
- Jambe dominante, les 2
- 3 contractions maximales tenues 1-3 secondes
- 1' de repos entre chaque contraction
- Garder la meilleure avec reproductibilité  $<10\%$
- Permet de tester tous les muscles
- Facile, rapide mais **NÉCESSITÉ DE RIGUEUR D'EXÉCUTION** (protocole)



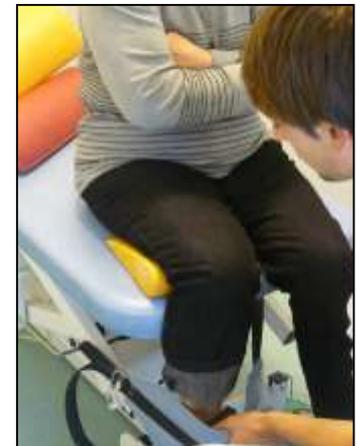
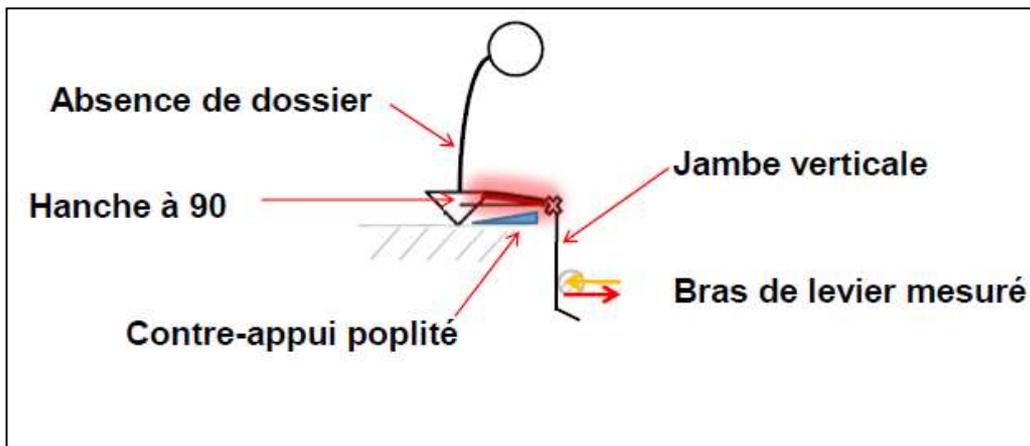
# Evaluation de la fonction musculaire du quadriceps des patients atteints de BPCO

- Mesure de la force maximale volontaire (FMV) par dynamométrie portable
- Note technique réalisée par groupe fonction de la SPLF pour proposition de standardisation
- le microFET2™



# Position du patient

- Sujet assis sur un plan dur, genou et hanche fléchis à 90°.
- Bras croisés ou main sur épaule opposée
- Utilisation d'un coussin triangulaire (densité importante) pour horizontalisation du segment fémoral et contre-appui poplité.
- Sans appui dorsal
- Dans la position du tronc qui limite le plus la modification de l'angulation de la hanche (en cyphose)



# Position du patient

- Table
- Coussin triangulaire
- Sangle inextensible
- Mousse de protection



# Mesure du bras de levier

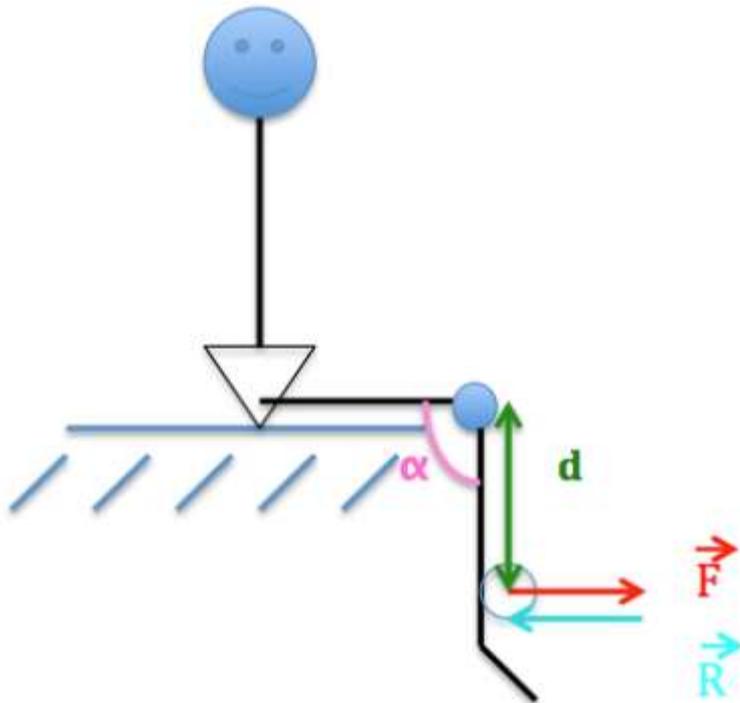
- Repérage de l'interligne articulaire du genou, tracer un trait horizontal
- Tracer un trait à 5cm au dessus de la malléole latérale
- Mesurer la distance entre ces 2 repères



# Le moment de force

- La mesure du bras de levier permet de calculer le moment de force

$$\text{Moment de Force (Nm)} = \text{Force (N)} \times d(\text{m}) \times \sin \alpha$$



$\vec{F}$  : Force développée par le patient

$\vec{R}$  : réaction du dynamomètre

$d$  : distance du centre articulaire au point d'application

$\alpha$  : angle articulaire

Et  $\sin 90^\circ = 1$

Donc à  $90^\circ$ , le moment de force =  $F \times d$

# Les valeurs théoriques

- Andrews and al. Physical Therapy, 1996; 27:248-259.
- Bohannon. Arch Phys Med Rehabil 1997; 78 : 26
- Stoll et al. Clin Rheumatol 2000; 19:105-113.
- **Hogrel et al. (normes françaises) Arch Phys Med Rehabil 2007;88:1289-97.**
- Seymour et al. Europ Respir J nov 2009.

**Valeurs prédictives de force des extenseurs de genou (en Nm)**  
droite :  $66,37 - (0,87 \times \text{âge}) + (46,09 \times \text{genre}) + (1,21 \times \text{poids})$   
gauche :  $78 - (0,87 \times \text{âge}) + (49,70 \times \text{genre}) + (0,96 \times \text{poids})$

avec  
pour le genre : 0 pour les femmes, 1 pour les hommes  
poids en Kg

# La réalisation du test

## □ Les consignes au patient :

*« Le but de ce test est de mesurer votre force maximale. Le mouvement demandé est une extension de la jambe par rapport à la cuisse.*

*Vous devez fournir la plus grande force possible, c'est très important.*

*Je vous indiquerai par un décompte le moment où vous devrez pousser puis je vous encouragerai pendant plusieurs secondes. Ensuite seulement vous pourrais relâcher.*

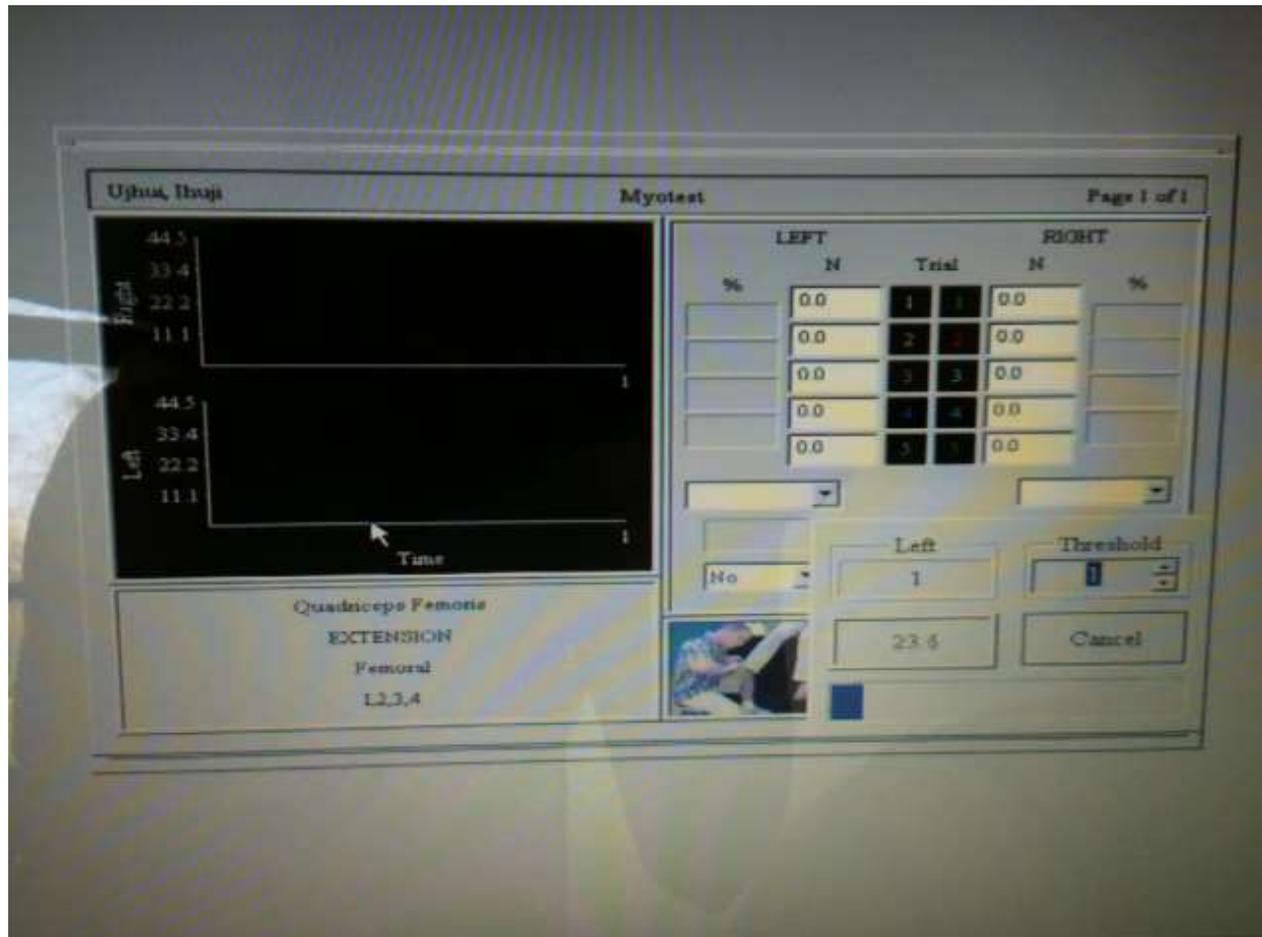
*Pendant le test, je vous demande de garder les bras croisés sur la poitrine et de faire le dos rond.*

*Ne vous inquiétez pas si vous ne pouvez pas pousser fort.*

# La réalisation du test



# La réalisation du test



# La mesure de l'endurance du quadriceps

- Mesure préalable de la FMV isométrique
- **Installation du patient**
  - ▣ Le test se déroule dans la même position que test de la FMV
  - ▣ matériel identique + chronomètre

# La réalisation du test

- Les consignes au patient :

« Le but de ce test est de mesurer l'endurance du muscle de la cuisse. Vous allez tendre le genou, et à partir d'une certaine valeur je vous demanderai de maintenir la contraction. Vous devrez maintenir cette contraction le plus longtemps possible.

Le test est chronométré.

- Pendant le test vous garderez les bras croisés sur la poitrine en faisant le dos rond. »

# La réalisation du test

- Contraction du quadriceps à 60% de la FMV
- Le test prend fin lorsque le patient ne soutient plus une force supérieure à 50% de la FMV.
- Mesure du temps

# Les autres test de levers de chaise

- Le 5-STST : se lever et s'asseoir 5 fois le plus vite possible (*Jones. Thorax, 2013*)
  - ▣ Résultats : fiable, valide, bon marqueur de RR, proposition de MCID à 1,7"
  - ▣ Valeurs de réf si >60 ans (*Bohannon 2006. Percept Mot Skills. 2006;103(1):215-22*)
- Test de lever de chaise de 3' (*Aguilaniu et al. int J COPD 2014;9:1009-1019*)
  - ▣ Réalisation : hauteur de chaise : 48 cm, rythme imposé 1'(12,15,20), puis libre
  - ▣ Résultats : fiable, très bonnes corrélations avec TM6 (SpO2 et FC), sensibilité au changement ?, MCID?, utilisation questionnaire DIRECT recommandé

# Le chester step test

- ↗ et ↘ à une cadence imposée et croissante (5 niveaux)
  - ▣ Reproductible dans la BPCO (*Alves de camargo, respi Care 2011*) mais patients ne dépassent pas le 2<sup>ème</sup> niveau...
  - ▣ Bien corrélé au TM6 ET ISWT, valide pour évaluer capacité fonctionnelle (*Karloh, Braz J Phys The, 2013*)

# Le test des escaliers

- Durée fixée à 2' (arrêts possibles)
- 4 étages disponibles, hauteur des marches (17 cm)
- Main courante proscrite
- Réalisé 2X (effet d'apprentissage)
- Résultats : variations de SpO<sub>2</sub> et FC similaire au TM6, dyspnée plus importante (*Villiot danger, Rev Mal Respir 2009*)
- Evaluation de la réserve cardio-respiratoire des BPCO, test sans risque pour le patient. (*Pollock et al. Chest 1993*)
- Utilisé comme outil prédictif de complications cardio-pulmonaires et risque de mortalité après résection pulmonaire (*Brunelli et al. Ann Thorac Surg , 2004, 2008, 2012 – Bernasconi et al. Respiration 2012*)
- **Manque de standardisation pour une utilisation en pratique courante (nécessité d'études encore et toujours...)**