



**Le muscle de la personne âgée :
de l'évaluation à la prise en charge**

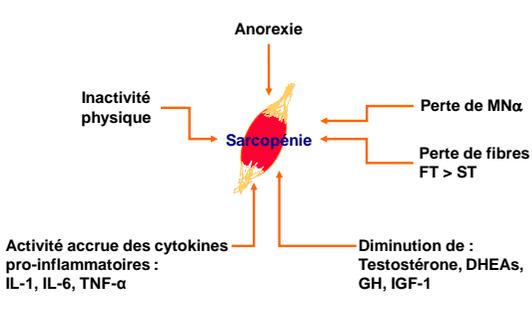
 **Pr Pierre Portero** 

*Bioingénierie, Tissus et Neuroplasticité – EA 7377, Université Paris-Est
&
Pôle Médecine Physique et Rééducation, Hôpital Rothschild, APHP*

La sarcopénie

- **Déclin de la masse musculaire** et de la force ♀ ≈ ♂
(Morley et al, 2001) ♂ changements les plus saillants du système moteur sénile (Welle, 2002)
- **Composition structurale, innervation, contractilité, densité capillaire, fatigabilité, métabolisme CHO**
- **Insuffisance fonctionnelle et augmentation de la prévalence pour les chutes, plus grande morbidité et perte de l'autonomie** (Carmeli et al, 2000 ; Vandervoort & Symons, 2001)

Origine multifactorielle de la sarcopénie



Anorexie

Inactivité physique

Activité accrue des cytokines pro-inflammatoires : IL-1, IL-6, TNF-α

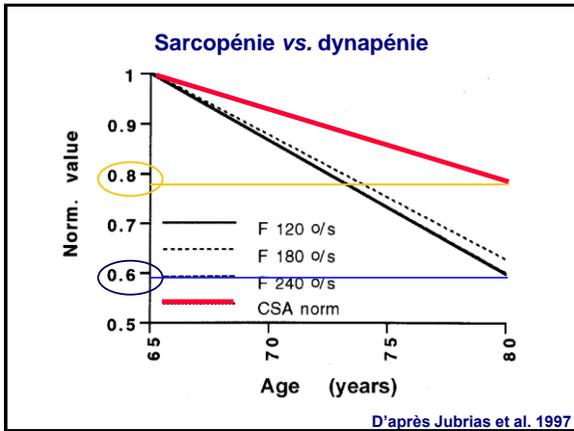
Diminution de : Testostérone, DHEAs, GH, IGF-1

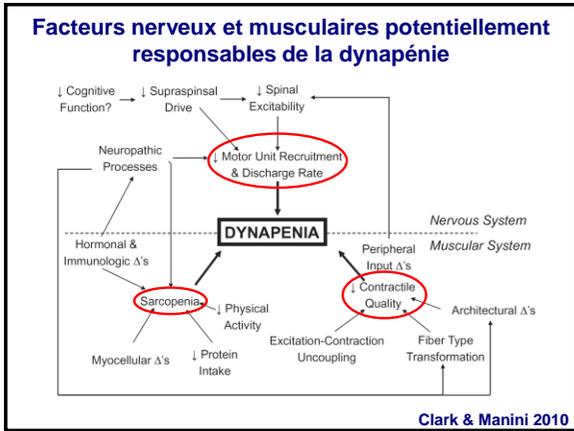
Perte de MNα

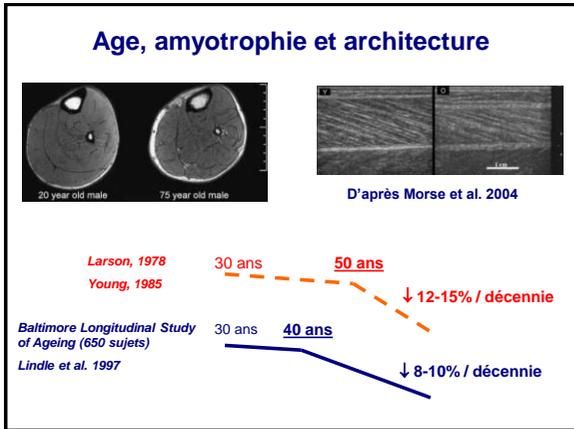
Perte de fibres FT > ST

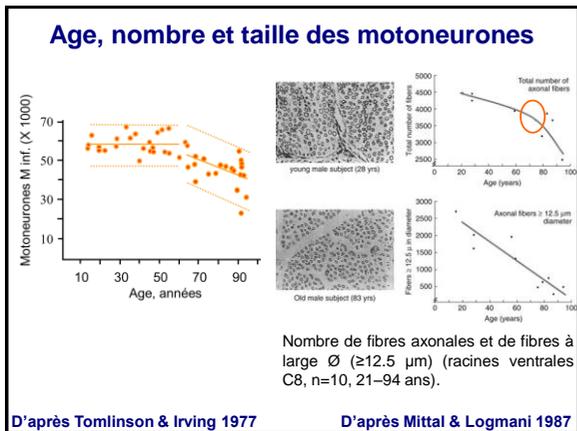
Sarcopénie

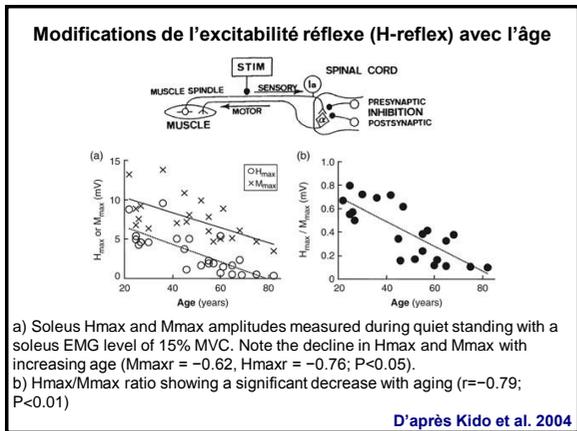
D'après Morley et al. 2001

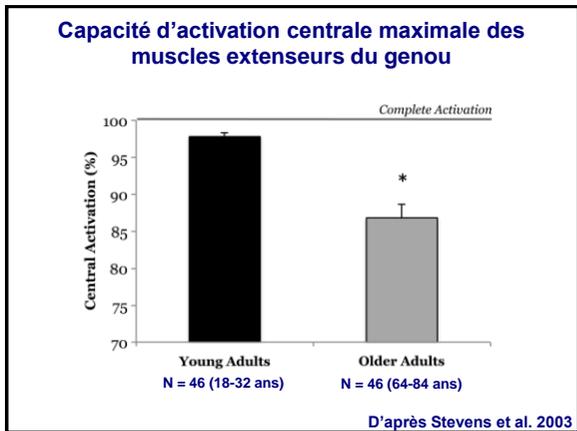


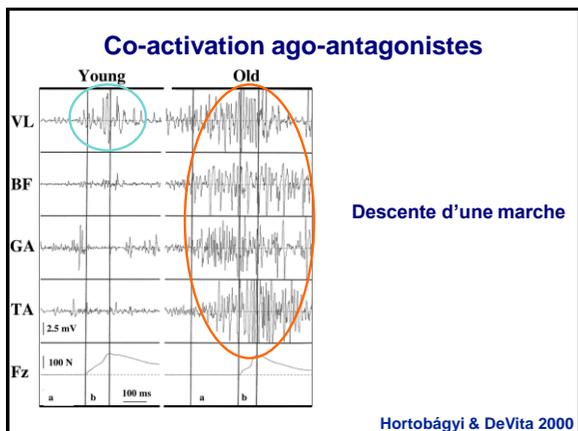












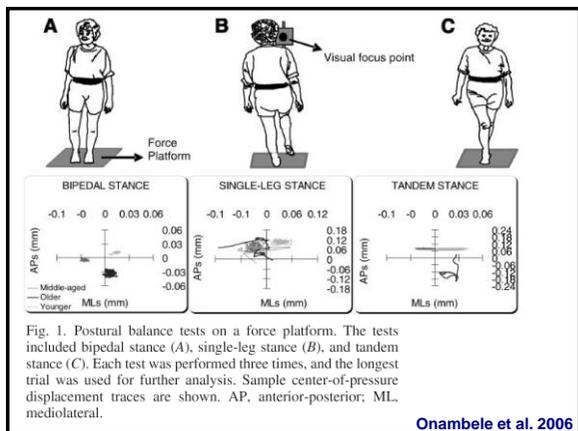
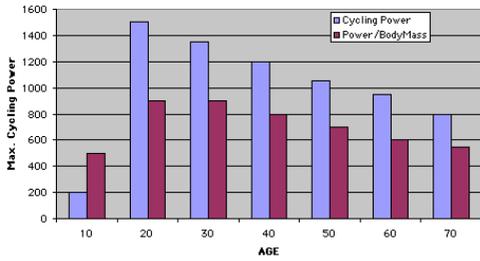


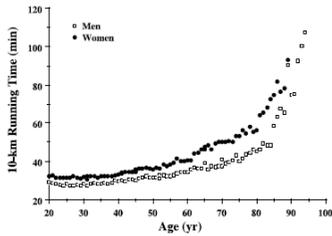
Table 1. Balance indexes in the three study populations

	Younger	Middle-Aged	Older
<i>Trial duration, s</i>			
Bipedal	60.0±0.0	60.0±0.0	60.0±0.0
Single leg	60.0±0.0	47.2±2.9*	19.0±3.2†§
Tandem	60.0±0.0	56.4±1.8	45.6±4.5†‡
<i>COP displacement, mm</i>			
Bipedal			
AP _d	4.7±0.3	5.2±0.4	5.3±0.4*
ML _d	2.1±0.2	2.7±0.2	3.3±0.3*
T _d	5.2±0.4	5.8±0.4	6.3±0.4**
Single leg			
AP _d	8.2±0.54	9.7±0.8	11.7±1.1‡‡
ML _d	6.6±0.5	11.3±0.8*	10.8±1.1†
T _d	10.7±0.6	16.0±1.0*	16.4±1.4‡
Tandem			
AP _d	6.2±0.5	6.8±0.9	12.9±1.3‡‡
ML _d	4.9±0.2	6.5±0.4*	7.9±0.5†
T _d	8.0±0.5	9.7±0.9	14.5±1.3‡‡

Onambele et al. 2006

Puissance musculaire et âge

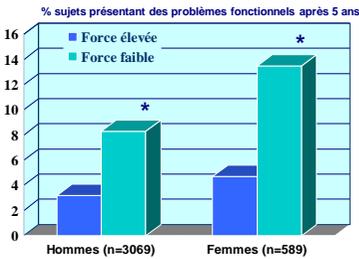




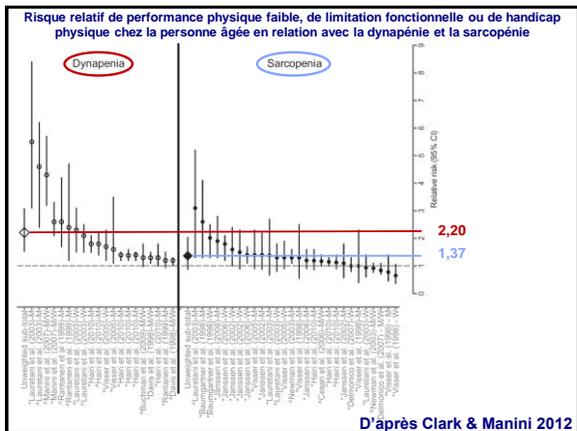
La courbe d'évolution des performances selon l'âge illustre l'évolution bi-phasique du vieillissement sur les structures impliquées dans la performance physique

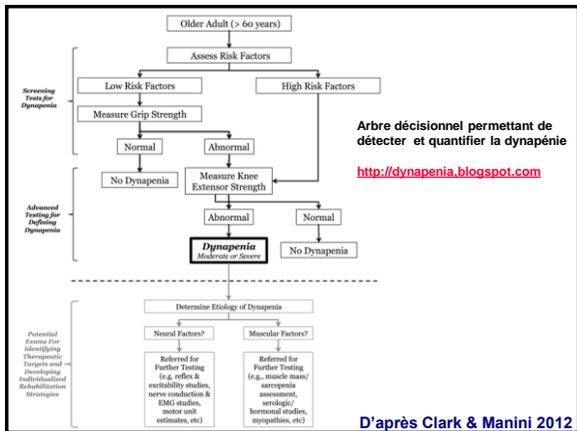
Tanaka et al. 2003

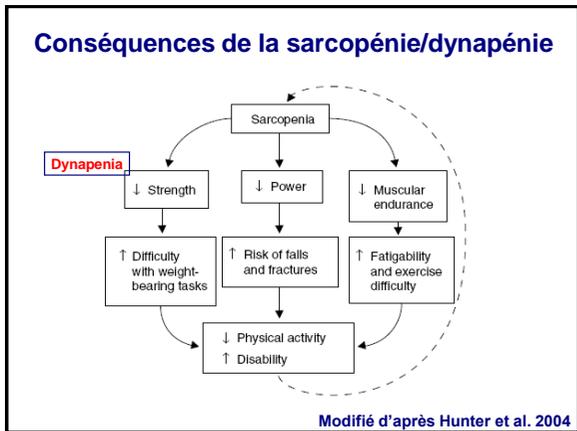
Force musculaire et capacité fonctionnelle

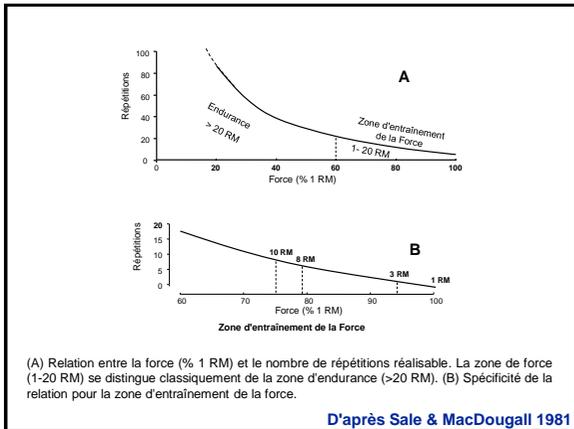


D'après Brill et al. 2000









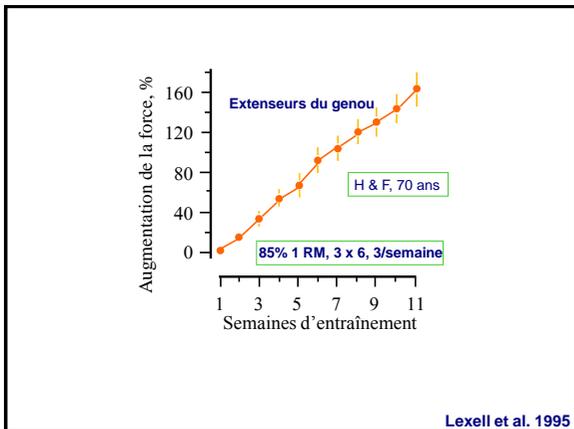
Effets de l'entraînement en force

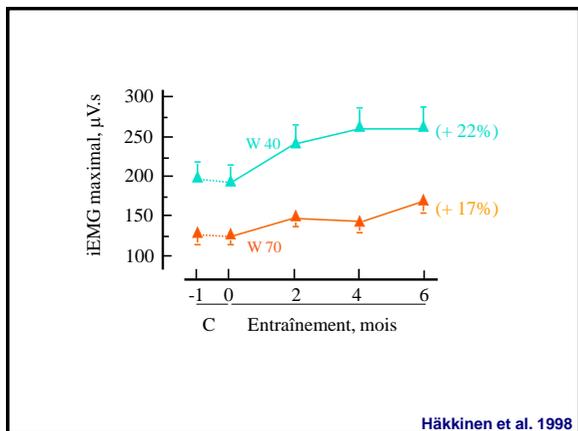
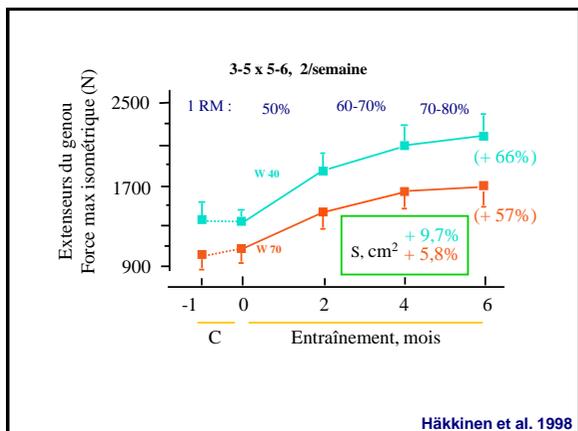
Table 2. *Strength gains of the knee extensors after resistance training interventions in older adults*

Study	Gender	Age, yr	Duration, wk	Strength Gain, %
Frontera et al. (46)	M	60-72	12	1 RM: 107 MVC: 7
Charette et al. (24)	F	64-86	12	1 RM: 28
Grimby et al. (50)	M	74-84	8	Con: 10 Ecc: 19
Fiatarone et al. (42)	M + F	72-98	10	1 RM: 113
Lexell et al. (75)	M + F	70-77	11	1 RM: 152
McCartney et al. (79)	M + F	60-80	84	1 RM: 32
Hakkinen et al. (53)	M + F	X = 70	26	1 RM: 26
Hunter et al. (57)	M + F	64-79	12	1 RM: 39
Tracy et al. (126)	M + F	65-75	9	1 RM: 28
Yarasheski et al. (137)	M + F	76-92	12	1 RM: 41
Hagerman et al. (52)	M	X = 64	16	1 RM: 60
Hortobagyi et al. (55)	M + F	66-83	10	1 RM: 35
Brose et al. (12)	M + F	X = 68	14	1 RM: 49
Ferrir et al. (41)	M	65-81	16	1 RM: 30

1 RM, maximum weight that could be lifted once; MVC, maximal voluntary contraction; con, concentric contraction; ecc, eccentric contraction, X, mean.

Klitgaard et al. 1990





Effets d'un protocole d'entraînement de la force de 14 semaines sur la force musculaire spécifique de sujets âgés (♂ + ♀ 65-81 ans)

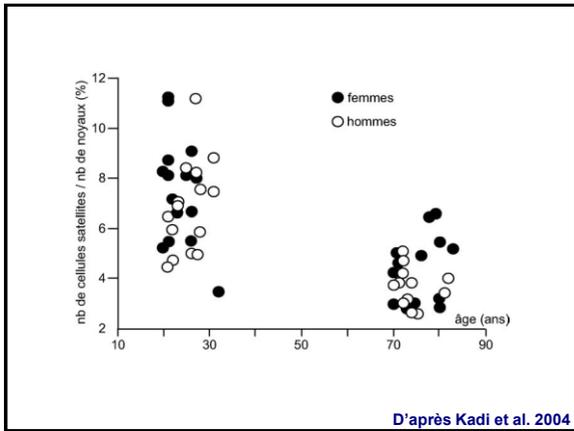
Table 2. Measured and estimated variables for the training and control groups

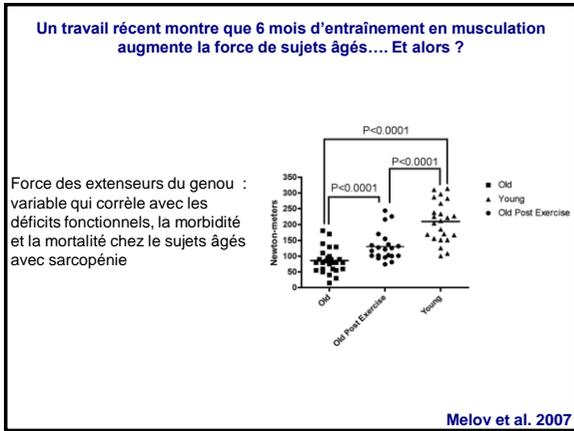
	Training Group		Control Group	
	Pre	Post	Pre	Post
Leg extension 5 RM, kg	43.5 ± 12	49.4 ± 14.1*		
Leg press 5 RM, kg	178.3 ± 44.7	219.1 ± 55.4*		
Isometric torque, N.m	121.4 ± 61	131.1 ± 55.3*	122.2 ± 33.5	108.2 ± 29.3*
Activation capacity	89.9 ± 12	89.5 ± 10.0*	8.80 ± 0.15	8.87 ± 0.12
VL RMS iEMG, mV.s	$7.8 \times 10^{-2} \pm 5.7 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-1} \pm 9.6 \times 10^{-2}$ ‡	$9.1 \times 10^{-2} \pm 5.2 \times 10^{-2}$	$8.4 \times 10^{-2} \pm 5 \times 10^{-2}$
Knee flexor cocontraction, %	49.7 ± 32.8	50.3 ± 33.9	34.1 ± 13.6‡	36.7 ± 19.2
Fascicle length, cm	8.4 ± 0.8	9.3 ± 1.3‡	8.4 ± 0.7	8.6 ± 0.9
Pennation angle, °	14.1 ± 1.6	16 ± 2.8‡	12.5 ± 1.7	12.6 ± 1
Fascicle force, N	847.9 ± 365.3	939.3 ± 349.4*	791.5 ± 192.1	717.2 ± 202.7
Maximum ACSA, cm ²	17.6 ± 4.6	19 ± 5.3‡	19.4 ± 5.1	19.4 ± 5
Volume, cm ³	24.1 ± 7.6	27.0 ± 8.1‡	29.1 ± 79.8	29.1 ± 78.9
PCSA, cm ²	20.4 ± 8.9	29.1 ± 8.4	34.5 ± 8.6	34.1 ± 8.7
Specific force, N/cm ²	27 ± 6.1	32.1 ± 7.4‡	23.6 ± 6.1	21.5 ± 5.3

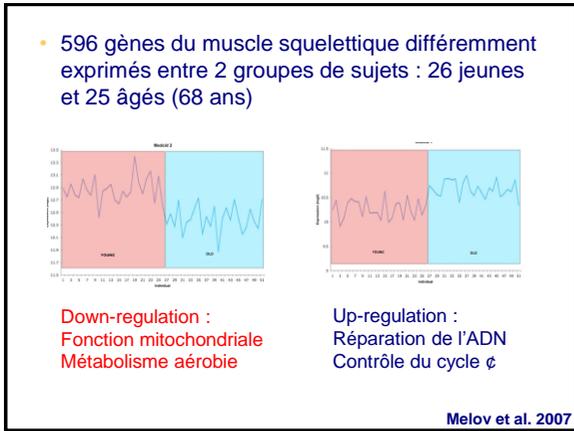
Values are means ± SD. 5 RM, 5 repetition maximum; ACSA, anatomic cross-sectional area; PCSA, physiological cross-sectional area. Significant difference between pre- and posttraining conditions: *P < 0.05 and †P < 0.01; ‡Significant difference from the training group at baseline, P < 0.05.

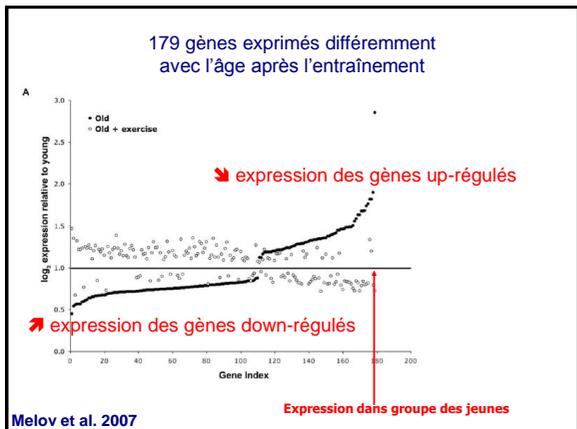
- ↑ Couple max isom. et conc. (9–37 %) – Force spécifique (19 %)
- ↑ Activation de la commande nerveuse agonistes (Q : 5 %, VL : 40 %) (~ antago.)
- ↑ Volume musculaire du VL (6 %)
- ↑ Adaptation architecture (longueur de fascicule 11 %, angle de pennation 13 %)
- ↑ Raideur tendineuse (65 %)

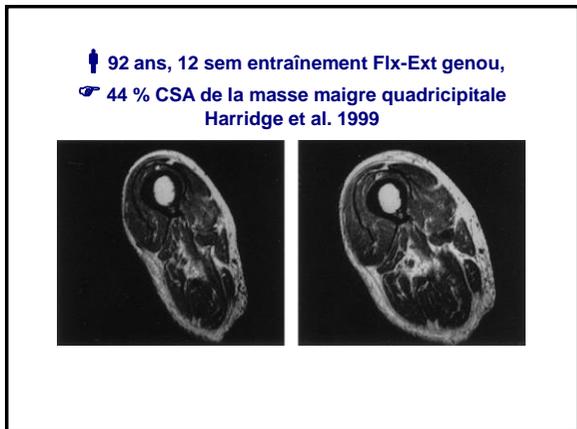
D'après Reeves et al. 2004











- La réponse hypertrophique en réponse à un programme de renforcement musculaire est généralement atténuée avec l'âge (↓ efficacité translationnelle en réponse au RM ?...);

- Des travaux récents (Stec et al., 2015) montrent une altération de la biogénèse des ribosomes;

- Ceci pourrait être un mécanisme potentiel expliquant la moins bonne réponse hypertrophique au renforcement musculaire chez le sujet âgé.

Experimental Gerontology 47 (2012) 230–235

Contents lists available at ScienceDirect
Experimental Gerontology

ELSEVIER journal homepage: www.elsevier.com/locate/expgero

Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women

Ana Pereira ^{a,b}, Mikel Izquierdo ^{c,d}, António J. Silva ^{a,b}, Aldo M. Costa ^{c,b}, Estela Bastos ^d, J.J. González-Badillo ^e, Mário C. Marques ^{c,b}

↑ **Force quadriceps (70 %) - fléchisseurs des doigts (10 %)**
 ↑ **Hauteur de saut vertical (36 %)**
 ↑ **Lancer de medicine ball (21 %)**
 ↑ **Vitesse de marche (14 %)**
 ↑ **Nombre de lever de chaise (17 %)**
 ↑ **TUG (10 %)**

Pereira et al. 2012

Experimental Gerontology 47 (2012) 166–169

Contents lists available at ScienceDirect
Experimental Gerontology

ELSEVIER journal homepage: www.elsevier.com/locate/expgero

Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men

Eduardo Lusa Cadore ^{a,b}, Mikel Izquierdo ^b, Cristine Lima Alberton ^{a,d}, Ronei Silveira Pinto ^a, Matheus Conceição ^a, Giovanni Cunha ^{a,d}, Régis Radaelli ^a, Maritim Bottaro ^c, Guilherme Treis Trindade ^a, Luiz Fernando Martins Krueel ^a

 **ou**  **?**

Force spécifique (Q)(force.unité masse musculaire⁻¹)

- Endurance puis Force ↑ (15,2 %) (8,9 %)
- Force puis Endurance ↑ (27,5 %) (9,3 %)

Personnes âgées

– 60 secondes de stretching plus efficace



d'après Feland et al. 2001

Age & stretching

A

B

- 19 ♀ (65–89 ans)
- Groupe Stretching 73,1 ± 6,8
- Groupe Contrôle 75,3 ± 8,3
- muscles du mollet
- 8 semaines
- 3 j / sem, 1 fois / j, 10 rép de 15 s.

Interprétation

- amplitude maximale en DF
- forces résistives passives
- énergie passive-élastique stockée
- perf. fonctionnelles ambulateires

Gajdosik et al. 2005

Age & stretching

Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women.

- Quinze femmes âgées de 64,5 ± 3,2 ans
- Analyse cinématique de la marche avant et juste après une séance de stretching statique des muscles fléchisseurs et extenseurs de la hanche
- Résultats significatifs :
 - ↗ vitesse de marche
 - ↗ longueur du pas
 - ↘ temps de double appui
- ⇒ stretching améliore la stabilité et la mobilité de ces sujets
- ⇒ action sur la mobilité du bassin

☞ Une séance de stretching (4x60") améliore certains paramètres de la marche

☞ Une pratique régulière (quotidienne) réduirait le risque de chute.

À suivre..... Idem (Watt et al. 2011) **Rodacki et al. 2009**

Age & stretching

Acute effects of 5 min of plantar flexor static stretching on balance and gait in the elderly

- Vingt-cinq sujets de 79,1 ± 6,2 ans
- Tests réalisés avant et juste après 5' de stretching statique des muscles fléchisseurs plantaires de cheville
- Sway length (cm)
- Functional Reach Test (cm)
- Timed Up & Go Test (s)
- 10-Meter Walk Test (s)

Exemple de statokinésigramme

Han et al. 2014

Penser à la spécificité des ≠ adaptations à l'entraînement physique et aux effets collatéraux

- Adaptations musculaires
- Adaptations cardio-vasculaires
- Adaptations métaboliques et hormonales
- Adaptations de l'os (+++ qd intensité +++ Cussler et al. 2003 ; + qd intensité + Kerr et al. 1996, 1998)
- Adaptations respiratoires
- Adaptations cérébrales (axe somatotrope GH - IGF-1, Brain Derived Neutrophic Factor – BDNF) (Liu-Ambrose & Donaldson 2009 ; Dinoff et al. 2016)

Effets du renforcement musculaire sur les conséquences de l'avancée en âge et de la maladie, voir Hurley et al. 2011

Effets du renforcement musculaire sur les conséquences de l'avancée en âge et de la maladie

Adverse effects of condition/disease	References	Effects of strength training	References
Aging muscle			
▼ Strength	11	↑ ↑ ↑ Strength	136
▼ Physical function	11	↑ ↑ Physical function	136
▲ Pathological conditions	4	↓ ↓ Disease risk factors	14
▲ Mutated mtDNA	18	↓ Mutated mtDNA	25-27
▼ Oxidative phosphorylation	24	↑ Oxidative phosphorylation	22
The metabolic syndrome			
▲ CVD	31	↓ ↓ Risk of CVD	14
▲ Insulin resistance	40	↓ Insulin resistance	66
▲ Abdominal obesity	79	↓ Visceral fat	70
▲ Dyslipidaemia	96	Improved but inconsistent	100
▲ High BP	31	↓ Resting and exercise BP	109,112
Fibromyalgia			
▲ Pain, weakness and fatigue	113	↓ Pain, ↑ ↑ strength and ↓ fatigue	134,136,141
▼ Resting metabolic rate	116	↑ Resting metabolic rate	94
▼ BMD	118	↑ BMD	129
Rheumatoid arthritis			
▲ Pain and inflammation	149	↓ Pain and inflammation	154
▲ Weakness and fatigue	149	↑ ↑ strength	152
▼ BMD	152	↑ BMD	153
Alzheimer's disease			
▲ Cognitive dysfunction	158	↑ Cognitive function	166

BMD = bone mineral density; BP = blood pressure; CVD = cardiovascular disease; mtDNA = mitochondrial DNA; ▲ indicates increase due to condition/disease; ▼ indicates decrease due to condition/disease; ↓ indicates small decrease; ↓ ↓ indicates moderate to large decrease; ↑ indicates small increase; ↑ ↑ indicates moderate to large increase; ↑ ↑ ↑ indicates very large increase.

Hurley et al. 2011

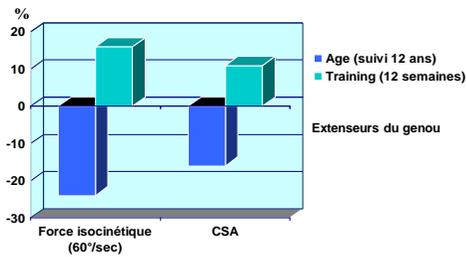
Nutrition et lutte contre la sarcopénie

- Dysrégulation de l'appétit après 60 ans
 - ↓ appports alimentaires
 - ↓ goût et de l'odorat
 - Troubles de l'appétit
 - Hydratation insuffisante
- Apports nutritionnels conseillés pour des sujets sédentaires de 60 à 75 ans (Cynoder et al, 2001)
 - ↑ dépense énergétique liée à l'activité physique
 - ↑ apport quotidien en protéines pour couvrir la protéolyse induite par l'exercice. OMS : 0,75 g de protéines.kg⁻¹ ⇒ 1,2 à 1,4 g.kg⁻¹ sans risque de surcharge hépatique ou de dysfonctionnement rénal (Poortmans & Dellalieux, 2000)

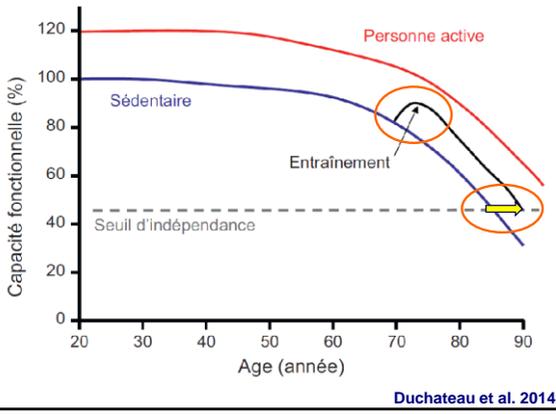
Conclusion

- La sarcopénie / dynapénie du sujet âgé :
 - ↓ de la masse et de la force musculaire
 - ↓ du nombre des fibres de type II
 - ↓ de la synthèse des protéines myofibrillaires
- Comparativement au sujet jeune :
 - substrats énergétiques utilisés dans des proportions différentes
 - ↑ déplétion glycogénique
- L'entraînement en force annule ou presque les effets de l'âge
 - ↑ synthèse protéique ⇒ ↑ masse musculaire
 - ↑ force musculaire (muscle entier et fibre)
 - ↑ tests fonctionnels (vitesse de marche, montée d'escaliers, stabilité dynamique et statique)
- Il faut être prudent sur les applications directes à la clinique

Effets de l'âge et de la musculation sur la force isocinétique et la CSA



D'après Frontera et al. 1998, 2000



Duchateau et al. 2014
