



NEUROMUSCULAR  
FUNCTION | research group

## **Alberto Rainoldi, MS PhD**

SUISM, Scuola di Scienze dell'Esercizio Fisico e dello Sport,

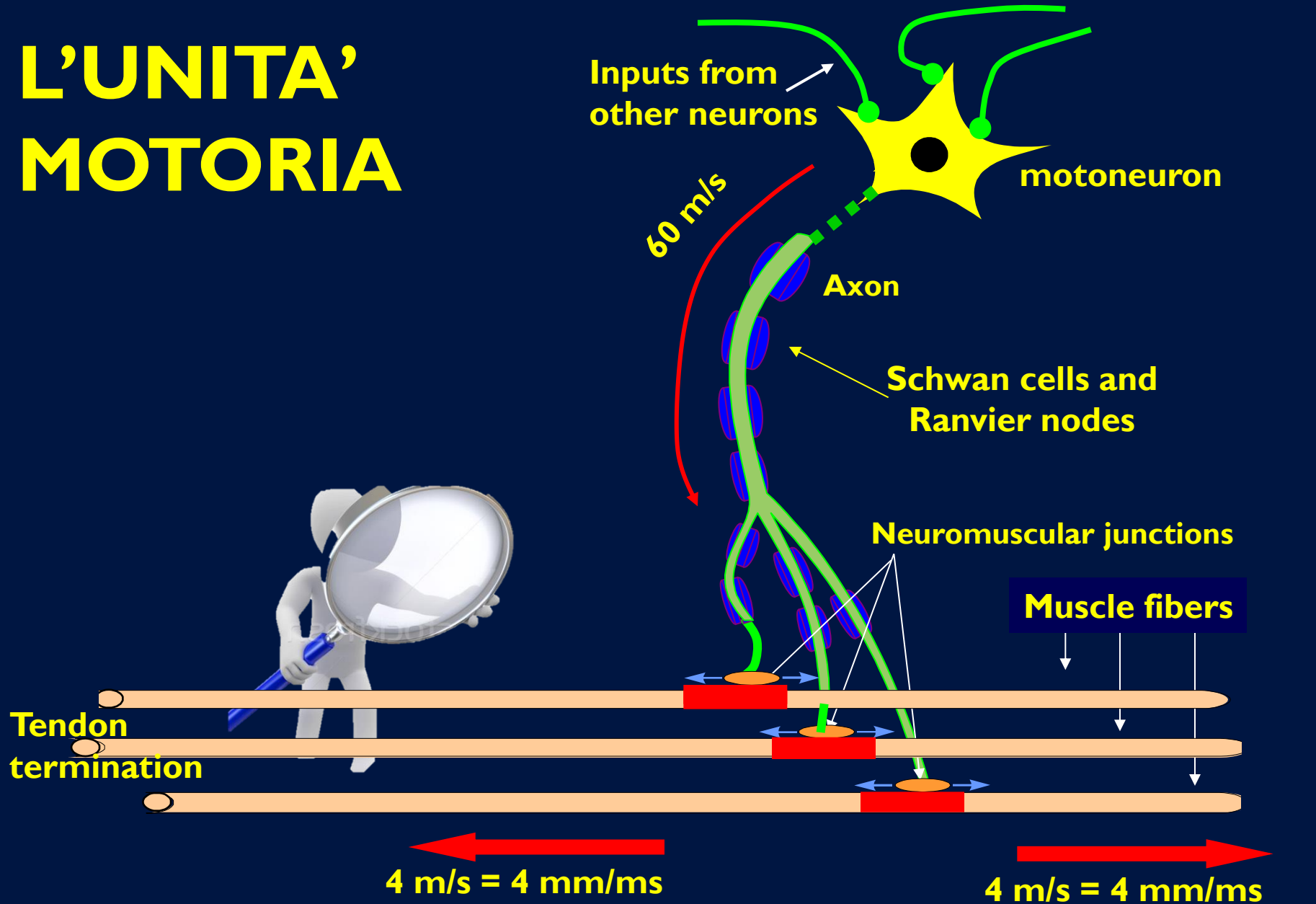
Dipartimento di Scienze Mediche  
Università degli Studi di Torino

***alberto.rainoldi@unito.it***



....come funzionano i muscoli?

# L'UNITA' MOTORIA



Un muscolo: 10-1000 UM    Una UM: 50-1000 fibre dello stesso tipo (I o II)

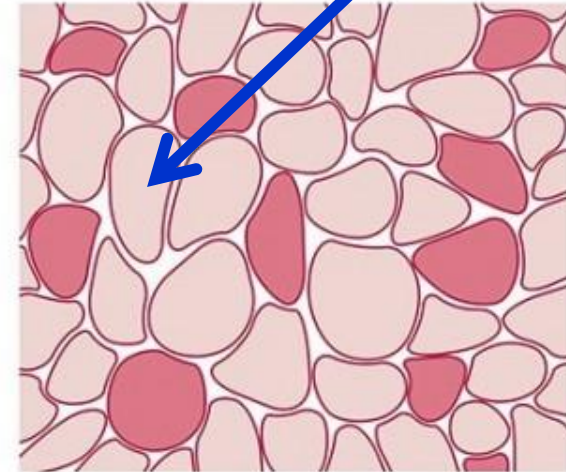
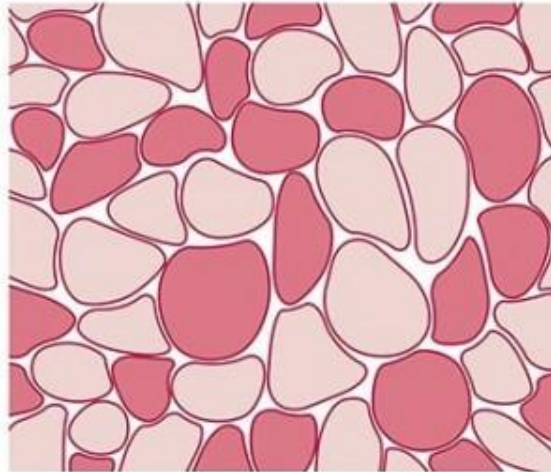
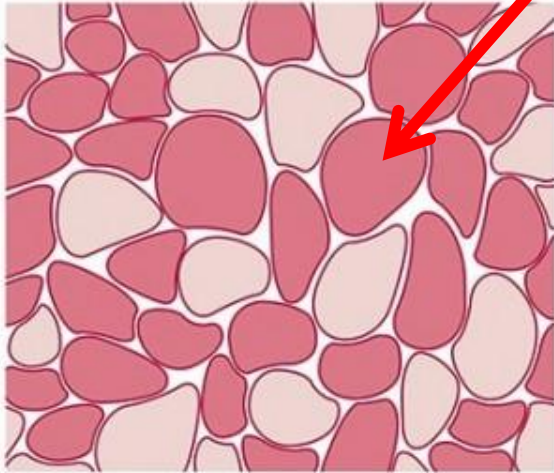


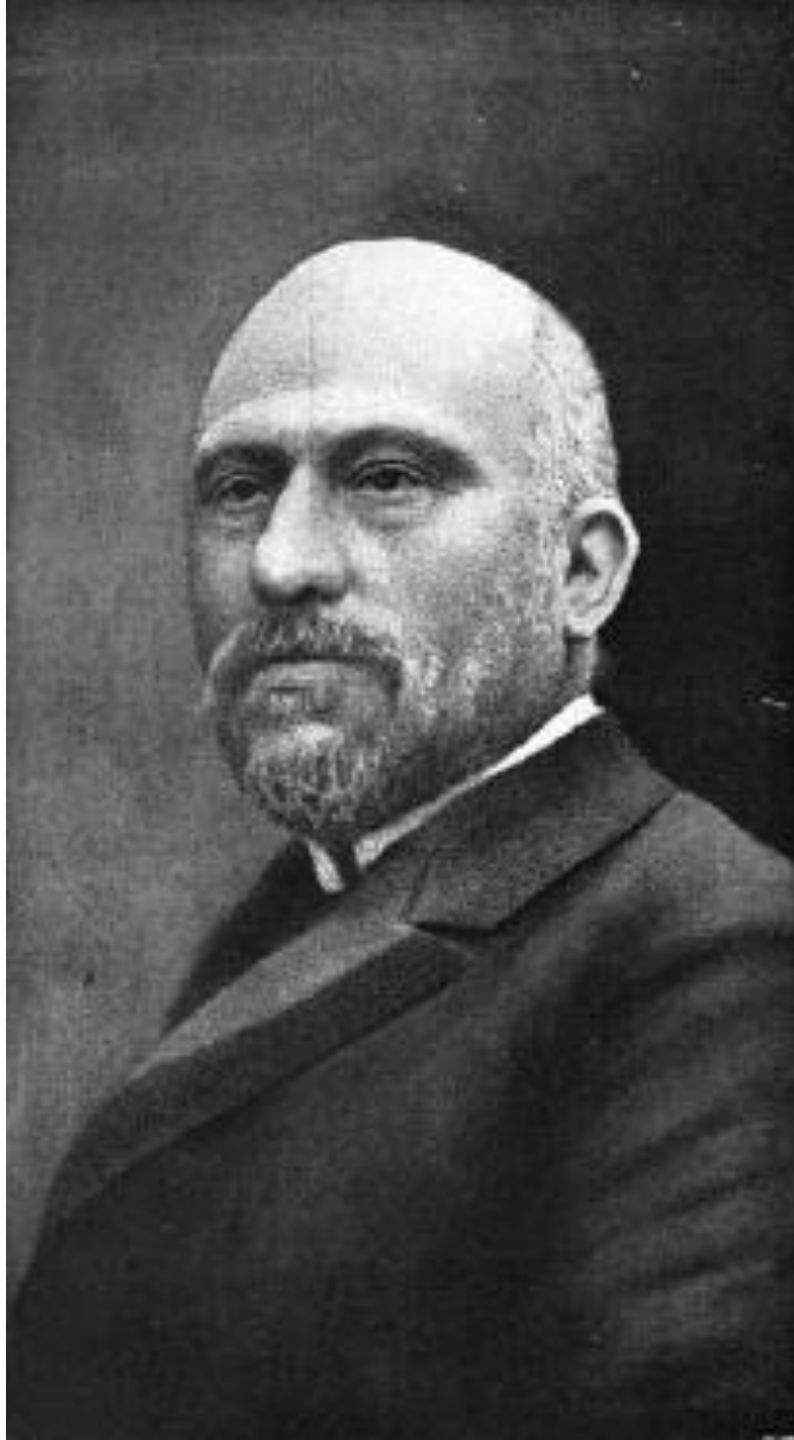


....che benzina consumano i muscoli?

**Tipo 1: consumano ossigeno**

**Tipo 2: consumano zuccheri**





ANGELO MOSSO

# LA FATICA

TERZA EDIZIONE



MILANO  
FRATELLI TREVES, EDITORI  
1891.

# LA FATICA MECCANICA

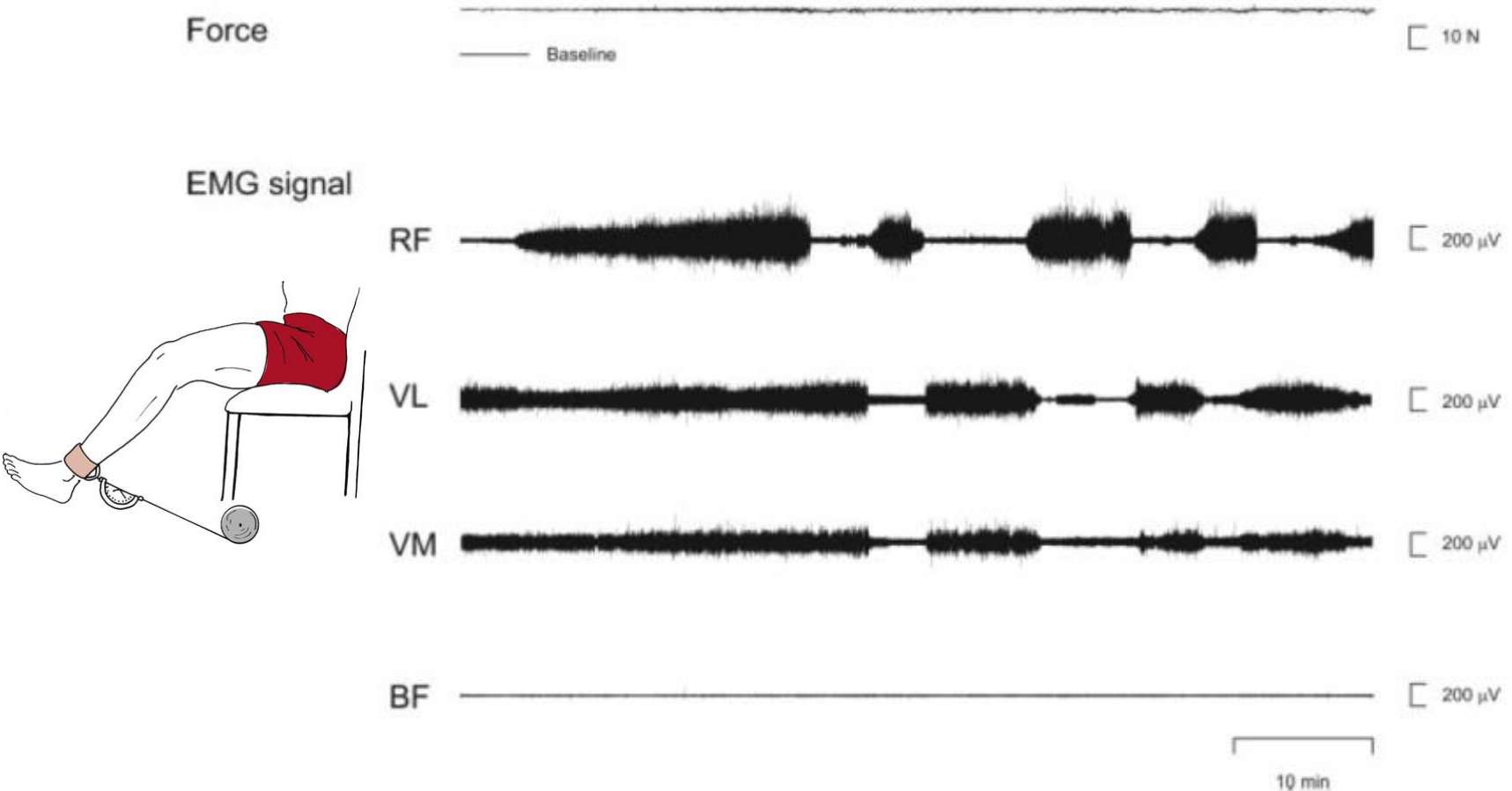
L'impossibilità a proseguire un esercizio

*failure point*



# The frequency of alternate muscle activity is associated with the attenuation in muscle fatigue

Motoki Kouzaki<sup>1</sup> and Minoru Shinohara<sup>2</sup>



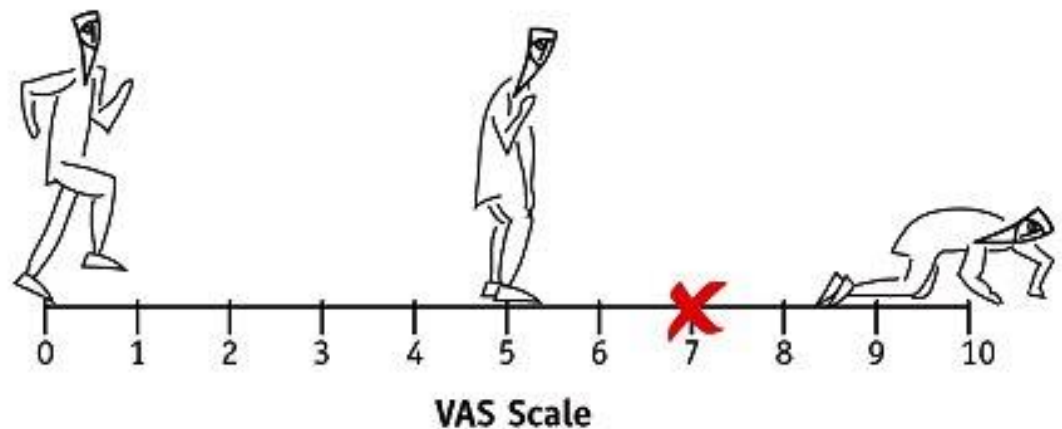
# LA FATICA PERCEPITA

## Scala di Borg

*grado di dispendio*



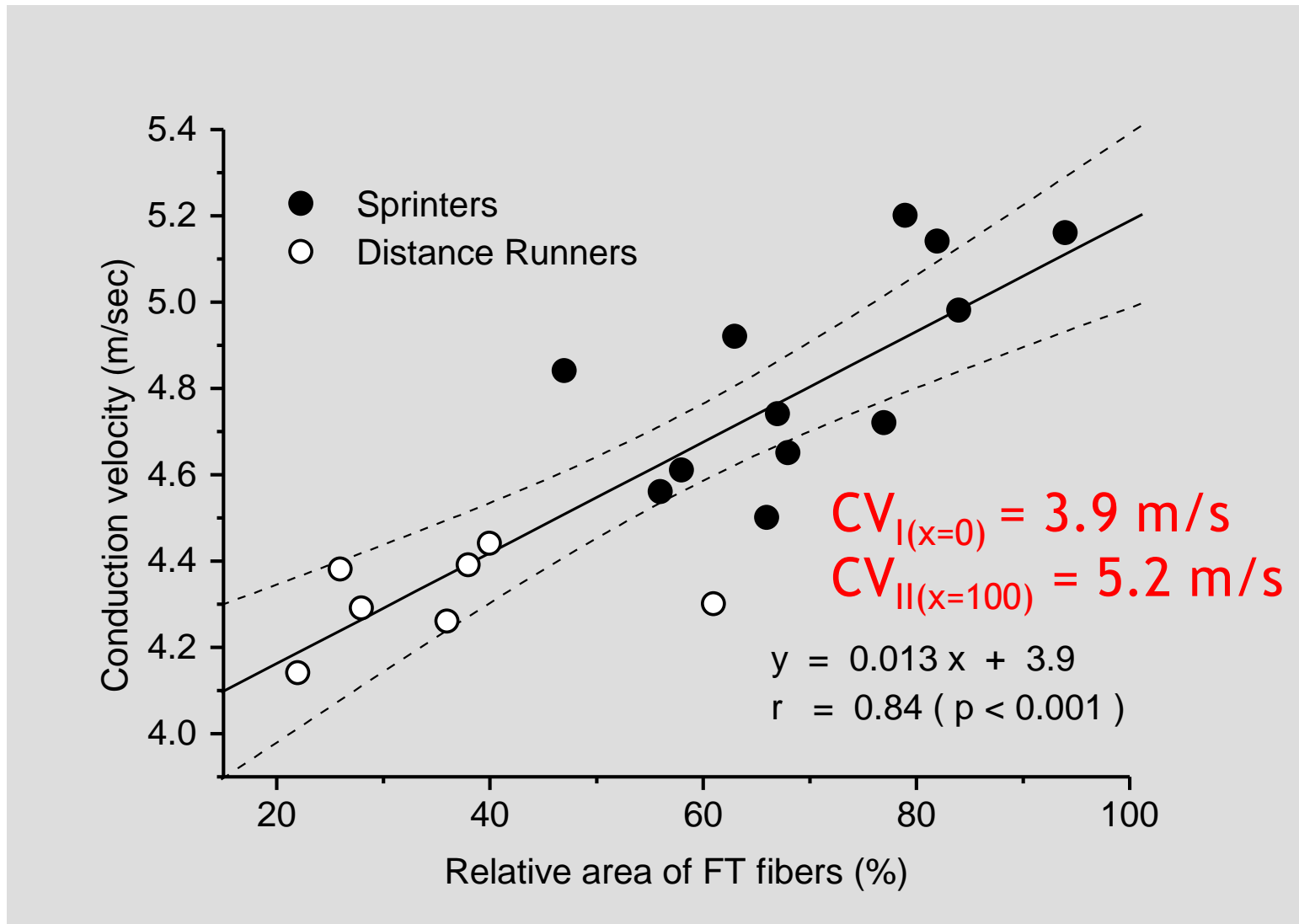
Assenza	0
Appena apprezzabile	0.5
Molto leggera	1
Leggera	2
Modesta	3
Abbastanza severa	4
Severa	5
	6
Molto severa	7
	8
Quasi intollerabile	9
Intollerabile	10





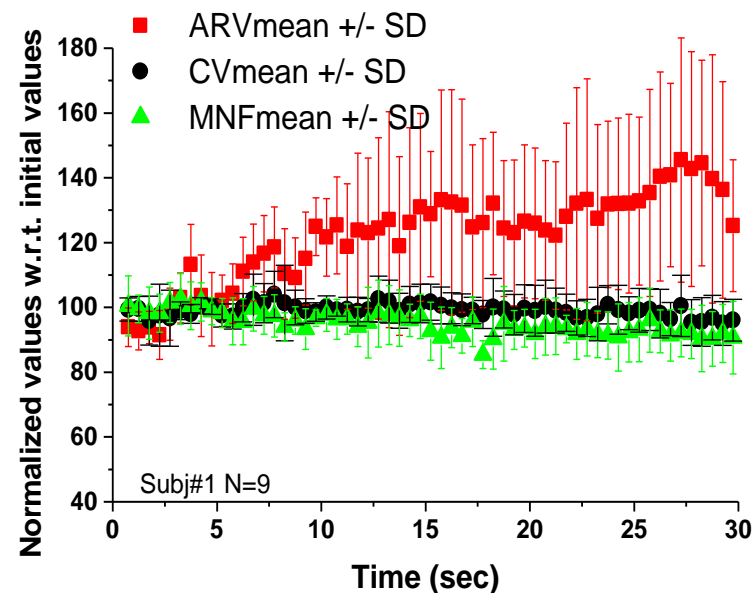
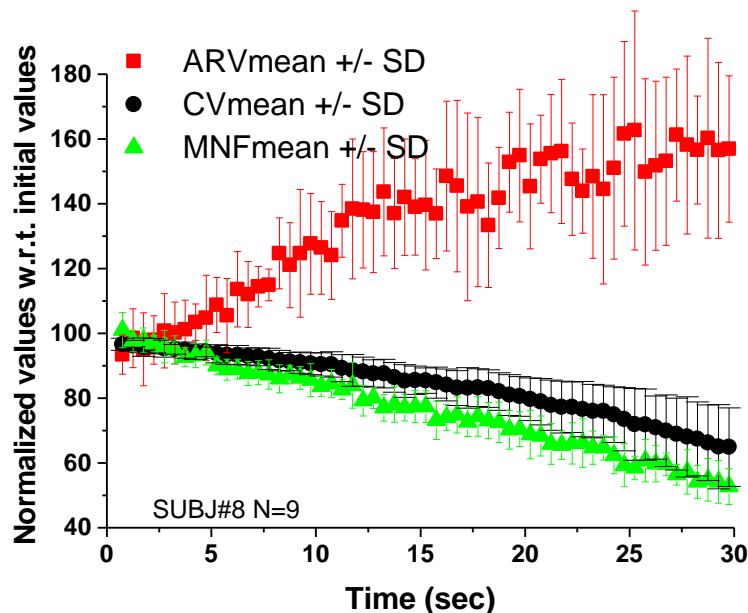
# LE MANIFESTAZIONI DI FATICA MUSCOLARE

Sadoyama T., T. Masuda, H. Miyata, and S. Katsuta , “Fiber conduction velocity and fiber composition in human vastus lateralis”, Eur. J. Appl. Physiol. 57, 767-771, 1988.



Komi P.V. and Tesch P., *EMG frequency spectrum, muscle structure, and fatigue during dynamic contractions in man*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1979, 42(1):41-50.

# Fatica muscolare e fenotipi muscolari



Soggetti non allenati e sedentari sottoposti a stimolazione elettrica sovramassimale o a contrazione volontaria possono mostrare manifestazioni mioelettriche di fatica opposte, ragionevolmente correlate alla popolazione di fibre muscolari di cui sono geneticamente dotati.

# il ruolo dell'ossigeno



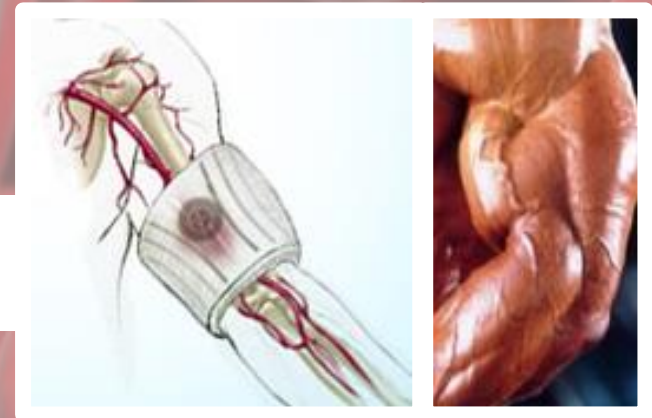
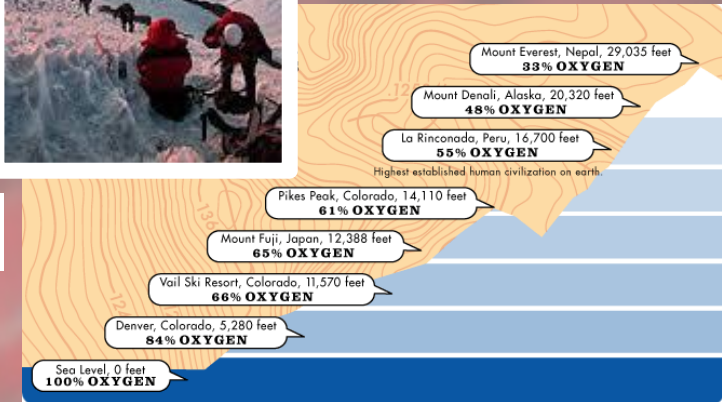
**ALTITUDE**



**INTRAMUSCULAR  
PRESSURE**



**PATHOLOGIES (which alter fiber type distributions)**





# Cosa succede a 5050 m s.l.m.?



Laboratorio Osservatorio Piramide Ev-K2-CNR  
Valle del Kumbu, Himalaya, Nepal

*I risultati suggeriscono che:*

1. L'acclimatamento completo richieda più di 10 giorni
2. I fenomeni di fatica siano imputabili a un meccanismo centrale che rendendosi conto della minore disponibilità di Ossigeno, riduce il reclutamento di UM lente, ossigeno-dipendenti

CASALE R., FARINA D., MERLETTI R., RAINOLDI A., Myoelectric manifestations of fatigue during a twelve day exposure to hypobaric hypoxia, Muscle Nerve, 30:618-625, 2004

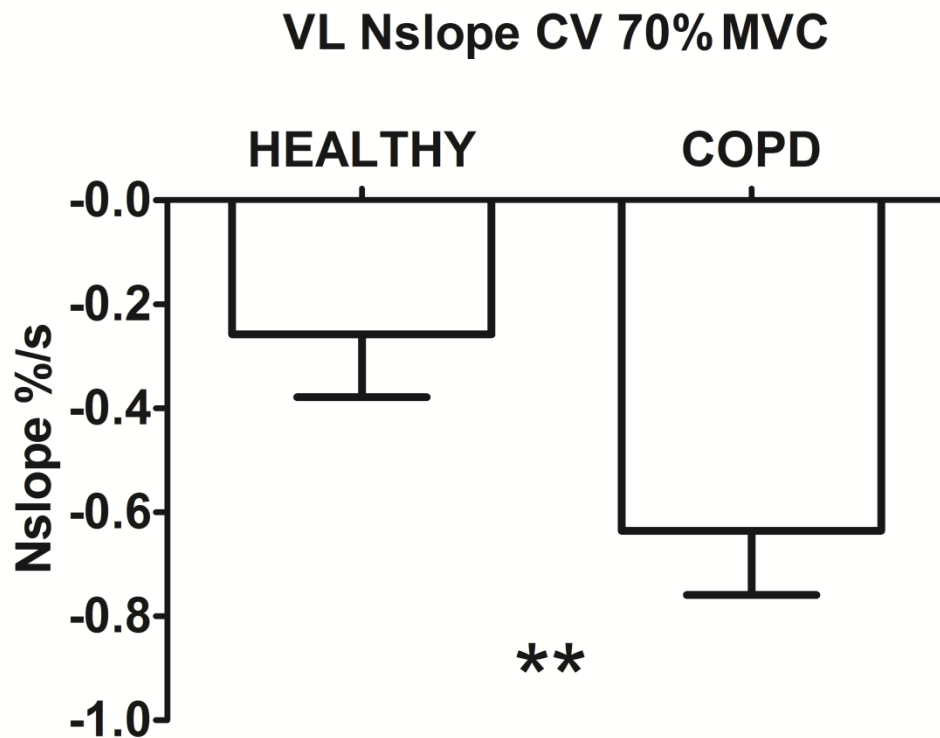


# Sindrome da insufficienza respiratoria cronica (COPD)

15 Healthy ( $65 \pm 4$  years)

7 COPD ( $67 \pm 5$  years) severe to very severe patients, **stadium 3 and 4**



$FEV_1$   $44.50 \pm 15.17$ ;  $FEV_1/FVC$   $46.2 \pm 12.49$ )

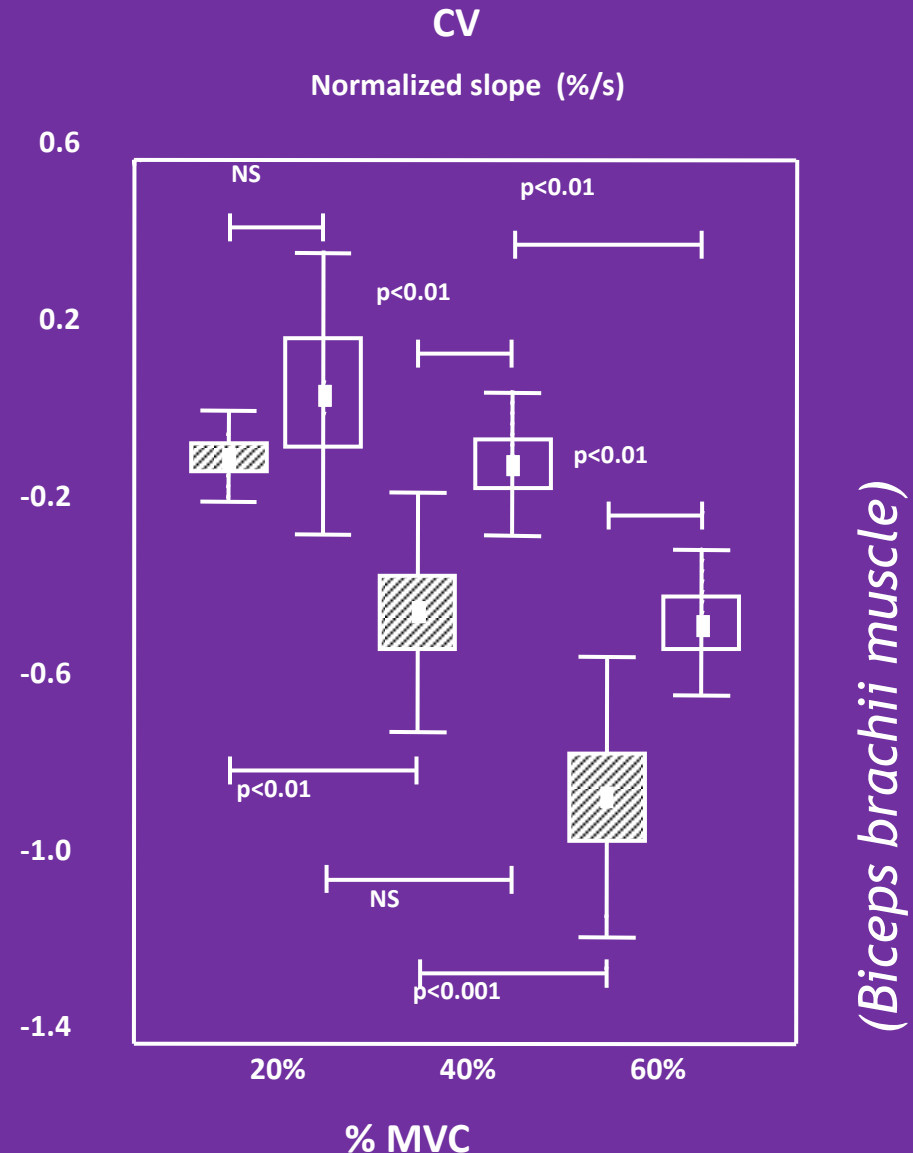


Boccia G, Coratella G, Dardanella D, Rinaldo N, Lanza M, Schena F, Rainoldi A. ,  
Severe COPD Alters Muscle Fiber Conduction Velocity During Knee Extensors Fatiguing Contraction.  
COPD. 2016 Oct;13(5):583-8.

# CAMBIAMENTI CON L'INVECCHIAMENTO

A causa della **sarcopenia** a partire dai 50 anni il muscolo perde fibre veloci quindi diminuisce la sua forza e la sua fatica. Il soggetto anziano diminuisce le sue capacità di equilibrio e di risposta rapida.

-  Young subjects (N=10)
-  Elderly subjects (N=8)

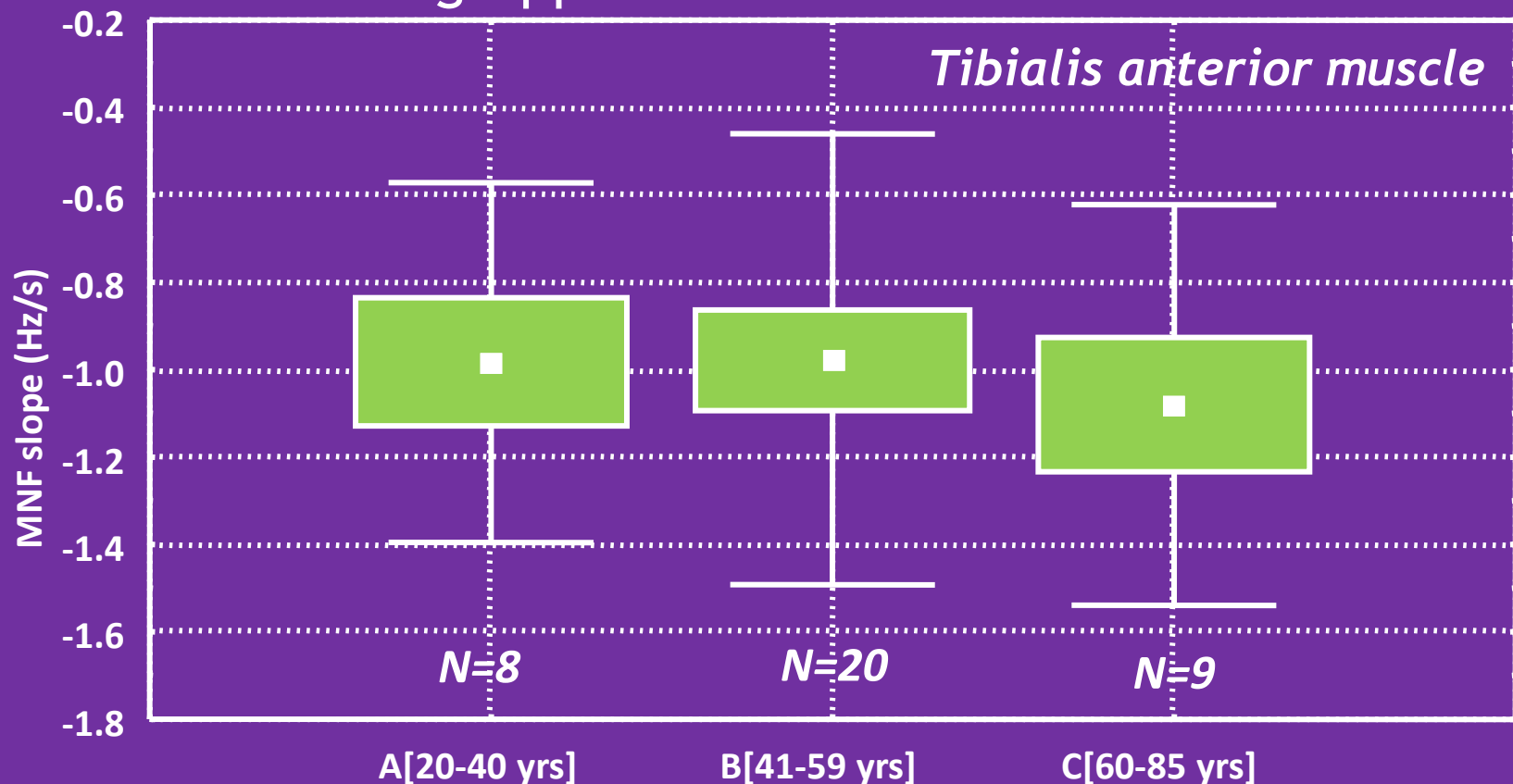


Merletti R, Farina D, Gazzoni M, Schieroni MP, Effect of age on muscle functions investigated with surface electromyography, *Muscle Nerve*. 2002 Jan;25(1):65-76.



....ma tali differenze scompaiono  
in presenza di intenso esercizio fisico

Confronto tra le manifestazioni di fatica EMG  
in tre gruppi di sciatori di età diverse



80%MVC *t*-test for independent variables (mean, std.dev, std.err),  $p=NS$

Casale R, Rainoldi A, Nilsson J, Bellotti P. Can continuous physical training counteract aging effect on myoelectric fatigue? A surface electromyography study application. Arch Phys Med Rehabil. 2003 Apr;84(4):513-7.

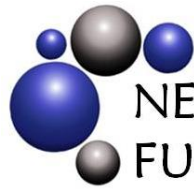
**Quindi i nostri muscoli possono:**

- 1) Aiutarsi condividendo o alternando il lavoro meccanico per diminuire la fatica o “durare” più a lungo**
- 2) Reclutare fibre diverse (che consumano o meno ossigeno) a seconda dell’ambiente esterno, dell’età, dell’allenamento, della genetica**





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TORINO



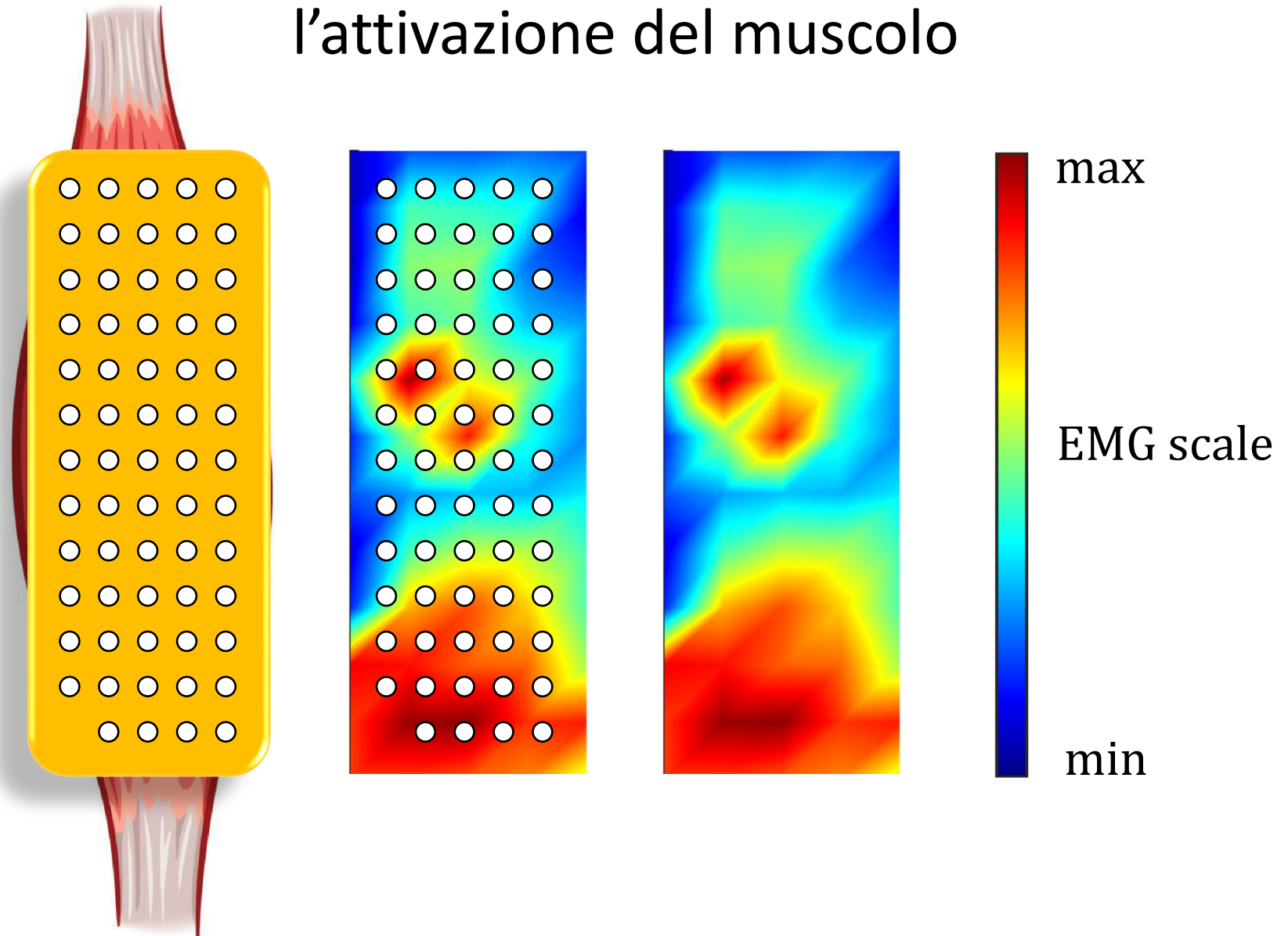
NEUROMUSCULAR  
FUNCTION | research group

**HABILITA**  
Hospitals & Research

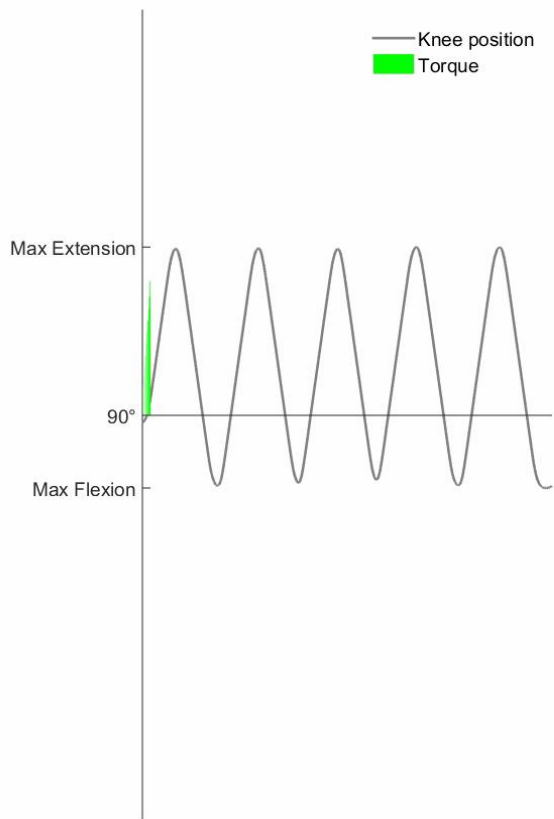




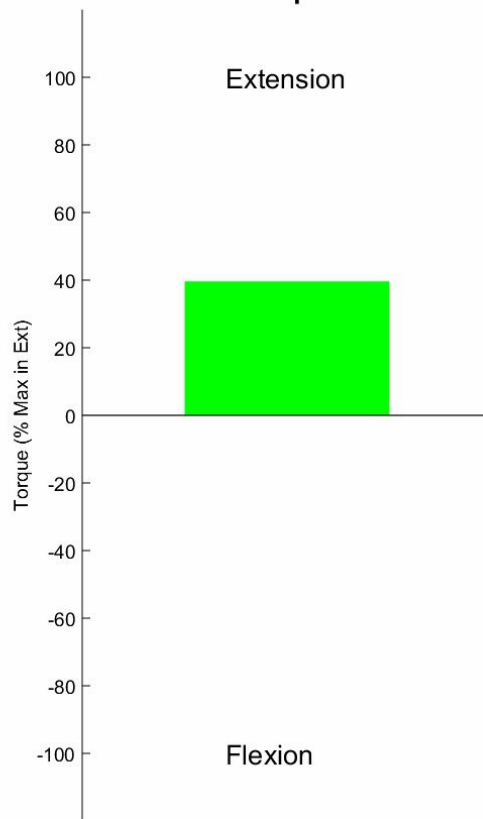
# Come si registra segnale EMG dalla cute e si legge l'attivazione del muscolo



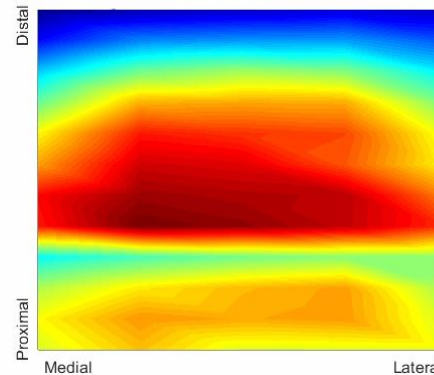
### Position



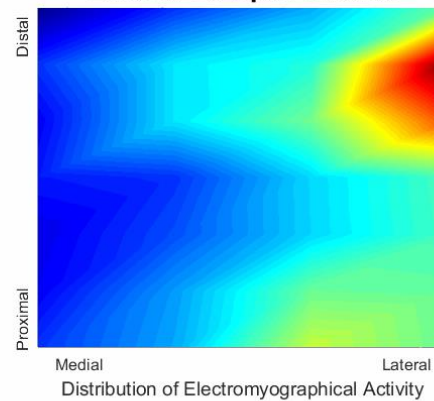
### Torque

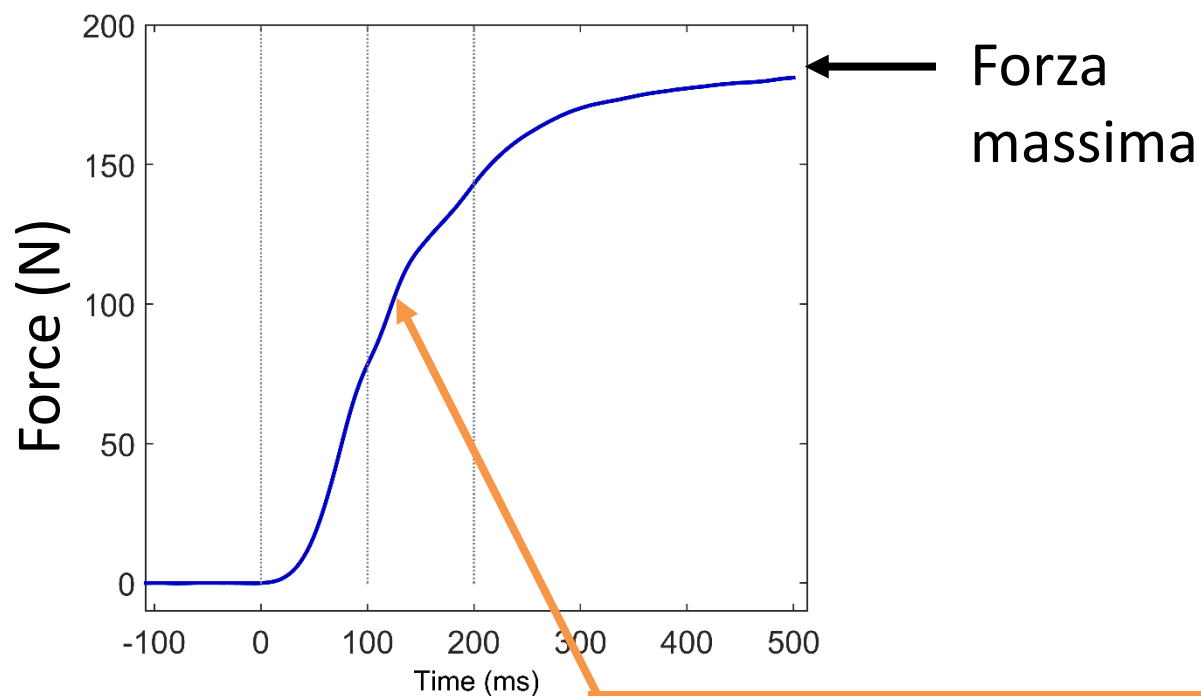
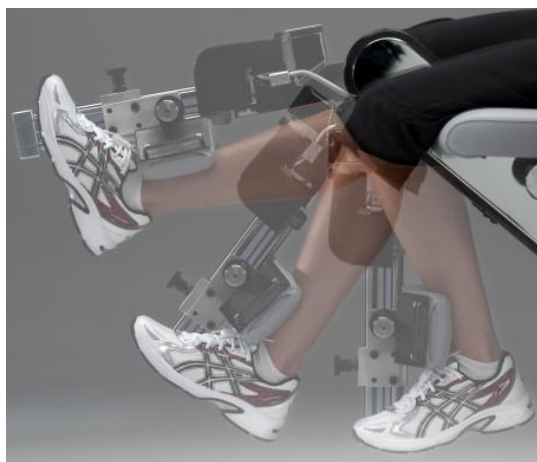


### EMG of Vastus Lateralis

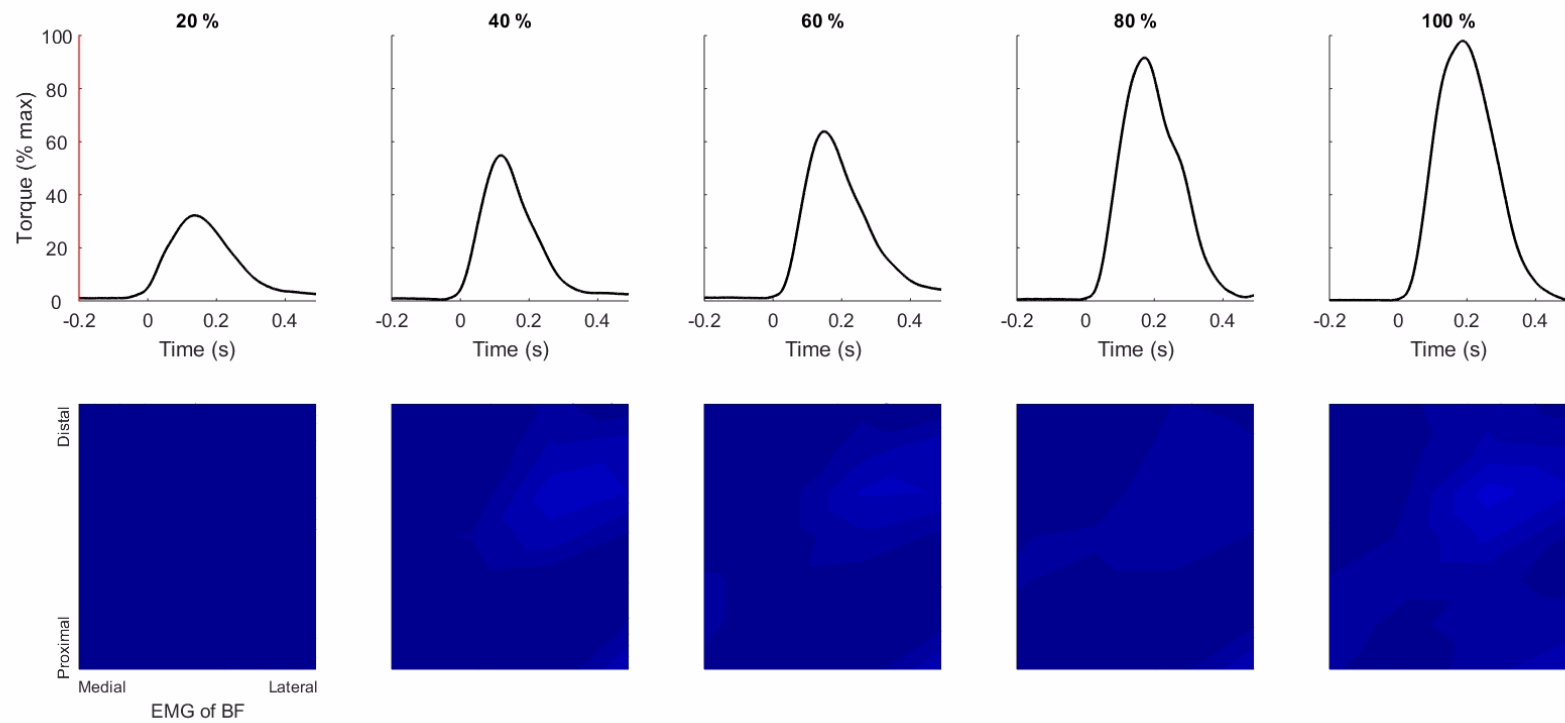


### EMG of Biceps Femoris



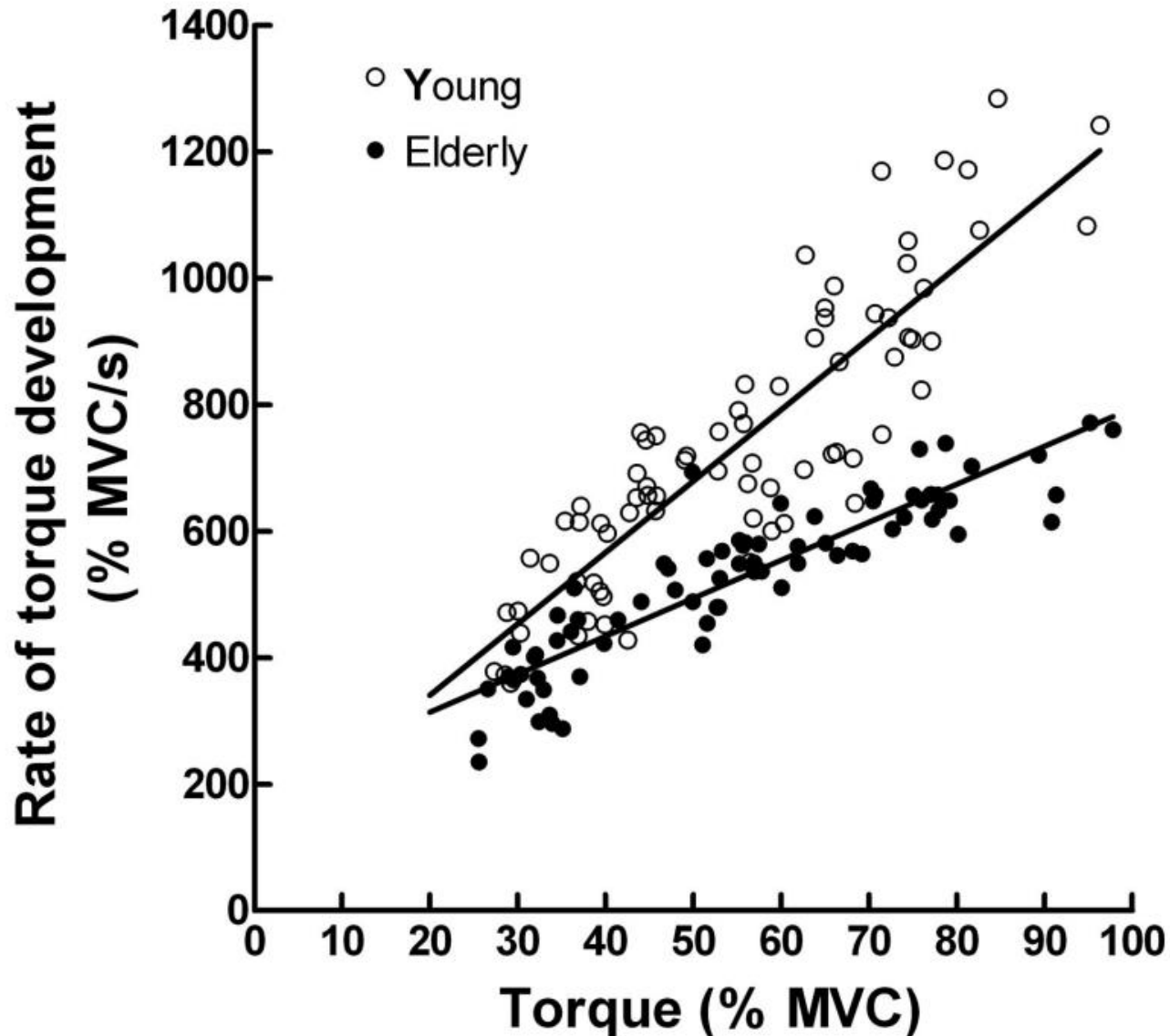


**Nella vita di tutti giorni e anche negli sport abbiamo spesso bisogno di risposte rapide (<300 ms) non sufficienti a fornire il massimo ma entro cui è importante ottenere una forza il più in fretta possibile**

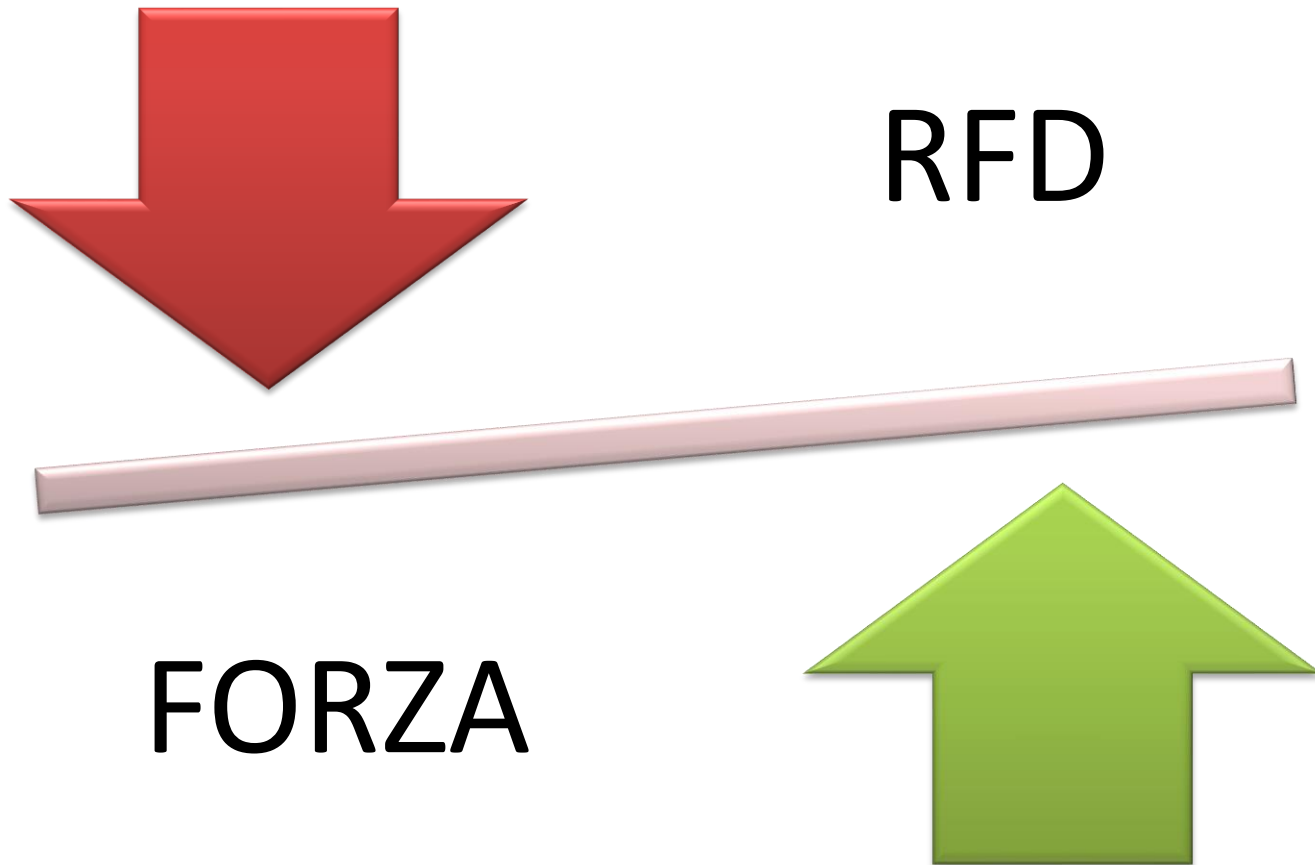




# RFD cambia con l'età perché cambiano i tipi di fibre





**Ci siamo posti l'obiettivo di identificare le  
assimmetrie tra Forza e RFD come sintomo di  
un possibile pericolo di infortunio**



## PAPER

# Relevance of evaluating the rate of torque development in ballistic contractions of submaximal amplitude

Paolo Riccardo Brustio<sup>1</sup>, Roberto Casale<sup>2</sup>, Giampiero Buttacchio<sup>2</sup>, Marzia Calabrese<sup>2</sup>, Marco Bruzzone<sup>3</sup>, Alberto Rainoldi<sup>1</sup> and Gennaro Boccia<sup>1,4,5</sup>

<sup>1</sup> Department of Medical Sciences, Neuromuscular Function Research Group, School of Exercise & Sport Sciences, University of Turin, Turin, Italy

<sup>2</sup> Habilita Care & Research Rehabilitation Unit, Zingonia, Bergamo, Italy

<sup>3</sup> Mediacal Staff, Atalanta BC, Bergamo, Italy

<sup>4</sup> Department of Medical Sciences, Neuromuscular Function, Research Group, School of Exercise & Sport Sciences, University of Turin, 12, P.za Bernini, 10143, Turin, Italy.

<sup>5</sup> Author to whom any correspondence should be addressed.

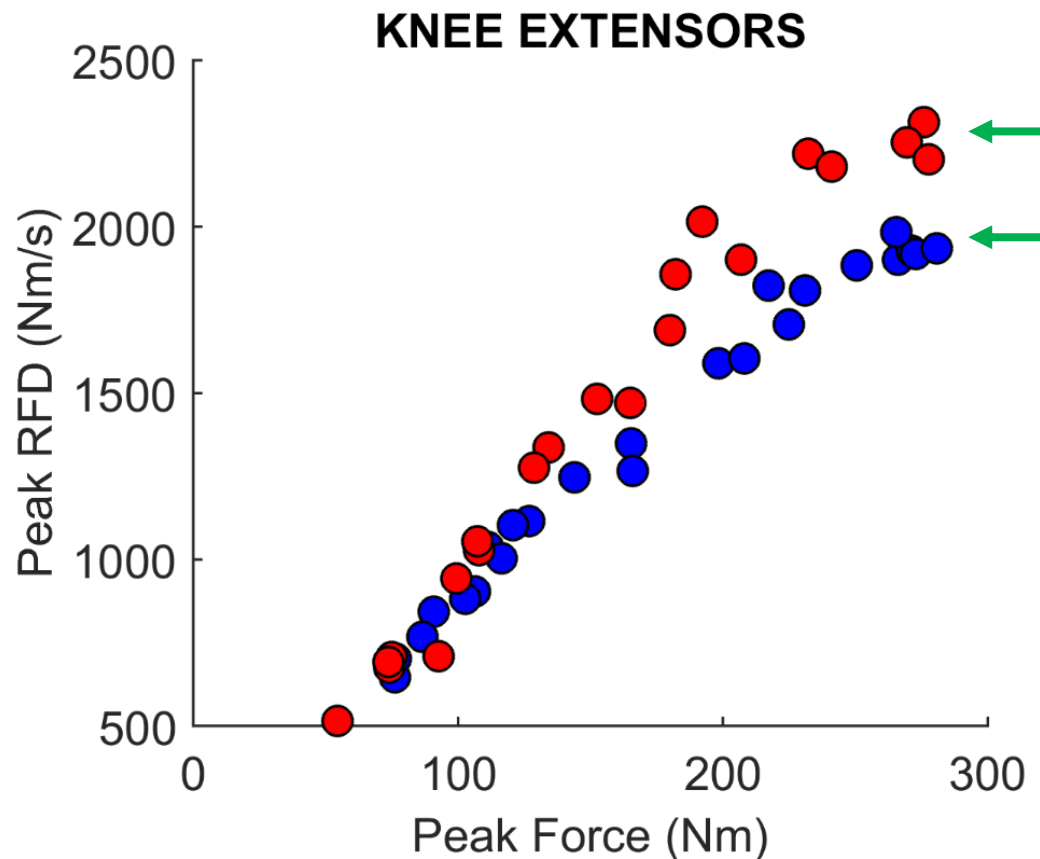
E-mail: [gennaro.boccia@unito.it](mailto:gennaro.boccia@unito.it)

**Keywords:** rate of torque development scaling factor, explosive contraction, soccer

# Profilo del singolo atleta

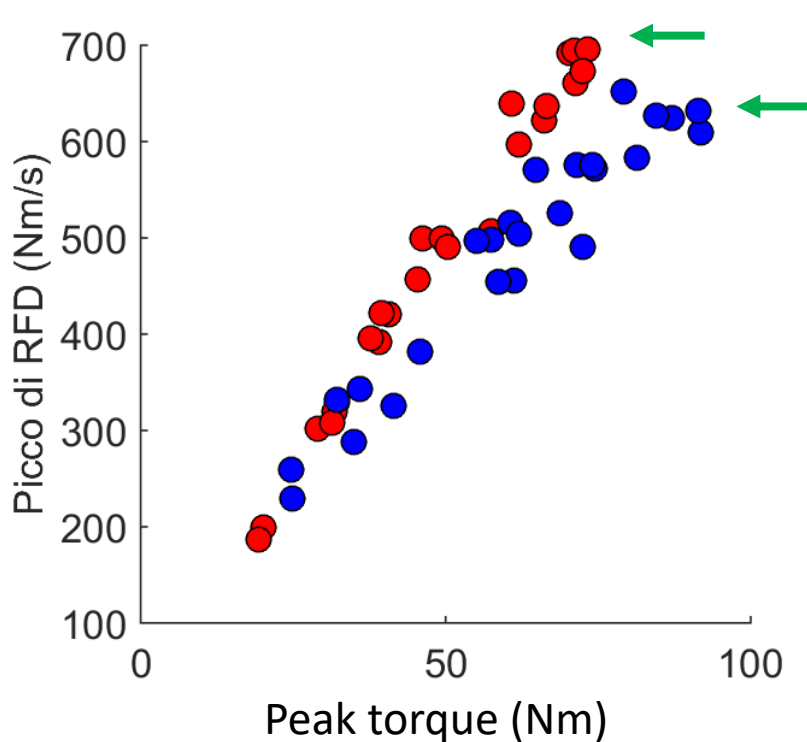
**Gamba destra** vs **Gamba sinistra**

maggiore RFD – a parità di forza

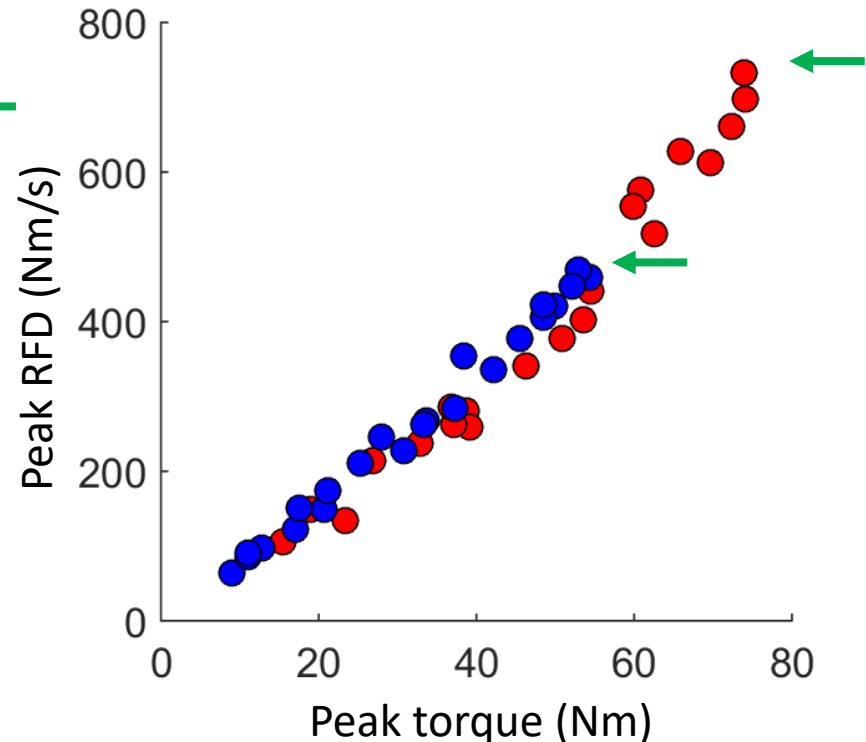


# Alcuni esempi di casi osservati

maggiore RFD – minore forza



maggiore RFD – maggiore forza





# Assimmetrie tra gli atleti

---

## 3) ASIMMETRIA TRA ARTO DESTRO E SINISTRO

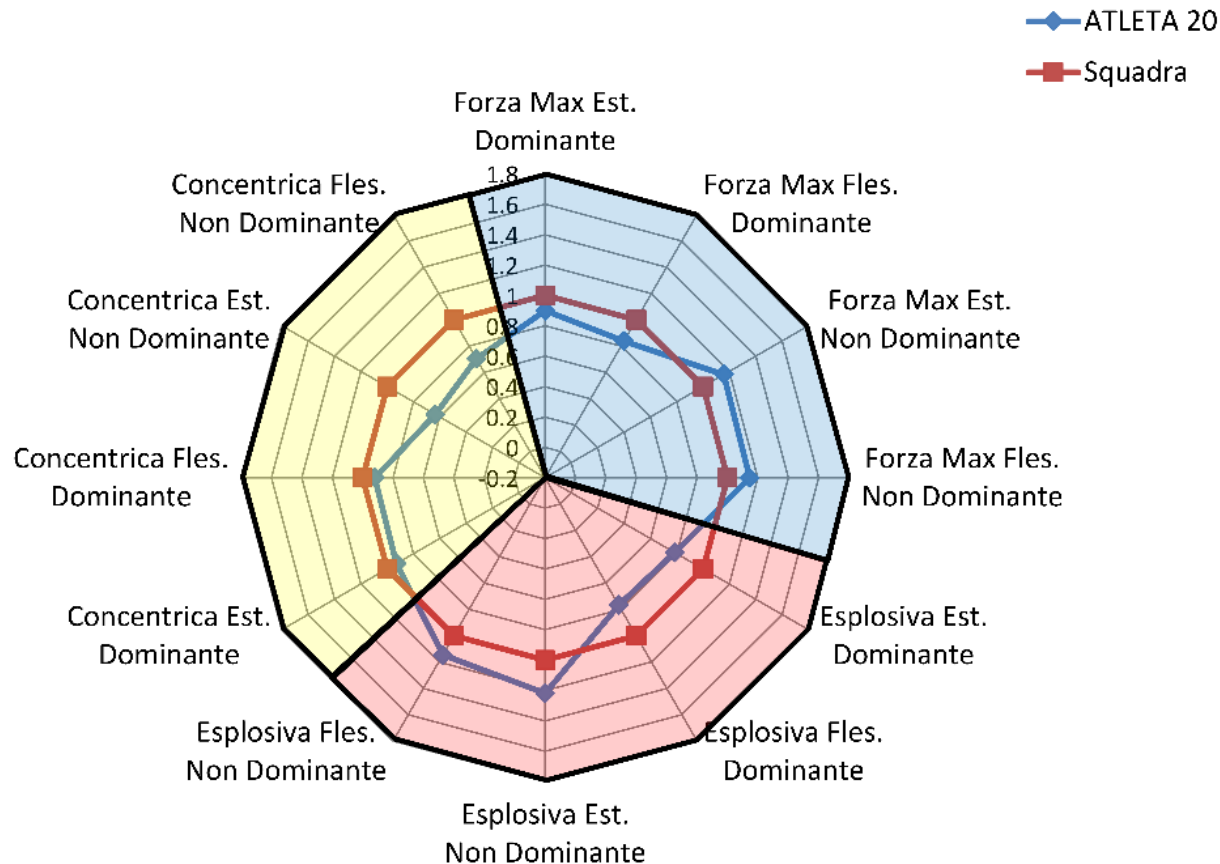
Indici di asimmetria calcolati nel protocollo isometrico (soglia deficit: 10%)

	Differenza (%)	Deficit Sx	Equilibrio		Deficit Dx	
→ <i>Forza massima</i>		←				→
Estensori:	10	○	○	○	○	⊗
Flessori:	14	⊗	○	○	○	○
→ <i>Forza esplosiva (RFD)</i>						
Estensori:	9	○	○	○	⊗	○
Flessori:	17	⊗	○	○	○	○

---

# Profilo completo dell'atleta (e rispetto alla squadra)

(valori normalizzati rispetto alla media della squadra)



## In conclusione:

- 1) Questo approccio innovativo può fornire ai responsabili delle squadre “allarmi” su rischi di possibili infortuni
- 2) Permette di modificare la preparazione atletica indicando quale qualità vada allenata maggiormente (la forza o la velocità)
- 3) Apre una nuova finestra per valutare lo stato generale della squadra e del singolo rispetto ad essa.





**Gennaro BOCCIA, PhD**  
**Paolo BRUSTIO, PhD**  
**Corrado LUPO, PhD**  
**Anna MULASSO, PhD**  
**Alex UNGUREANU, MS**



[www.themacproject.org](http://www.themacproject.org)

*gratias per l'attenzione.*  
*OR*