

JB MORIN: “The Critical Role of Hamstring in Sprinting”

Sintesi a cura di Giacomo Schillaci

La presentazione di Jean-Benoît Morin al *The Global Hamstring Project 2017* dal titolo “The Critical Role of Hamstring in Sprinting” si pone l’obiettivo di revisionare l’attuale stato dell’arte riguardo il ruolo della muscolatura posteriore della coscia durante prestazioni di corsa in accelerazione ed a velocità massimale, per comprenderne allenabilità e rischio di infortunio. A tale scopo la prestazione è stata suddivisa in 3 parti:

1. PRODUZIONE DI FORZA E TRASFERIBILITA’ AL SUOLO
(*Produce force...and transmit in to the ground*)
2. EFFICIENZA MECCANICA E MUSCOLATURA COINVOLTA
(*Mechanical effectiveness and muscular determinants*)
3. RELAZIONE TRA SPRINT ED INFORTUNIO AD HAMSTRING (HSI)
(*Sprint related HSI*)

L’analisi della motricità dell’essere umano, oltre il confronto con le altre specie viventi, ci mostra come l’uomo non sia nato ed adattato a “corse di velocità” bensì a “corse di resistenza”, ponendolo sicuramente *non* tra gli animali più veloci del pianeta Terra (al pari di un elefante!). Tale assunto lo espone sicuramente ad una sensibile difficoltà nel processo di adattamento in prestazioni di sprint. Il miglioramento e la prevenzione in prestazioni di sprint risulta dunque particolarmente complessa.

Bibliografia

Bramble DM¹, Lieberman DE, Endurance running and the evolution of Homo, *Nature*. 2004 Nov 18;432(7015):345-52

PRODUZIONE DI FORZA E TRASFERIBILITA’ AL SUOLO

Determinante risulta l’analisi della capacità dell’essere umano di produrre forza tramite l’apparato muscolare e la sua abilità di applicarla in maniera efficace ed efficiente al suolo. Ciò risulta possibile grazie ad una complessa interazione tra sistema nervoso, muscolare e coordinativo.

Con lo scopo di comprendere come l’essere umano sia in grado di produrre forza ed esprimerla in forma orizzontale durante uno sprint, gli studi si sono concentrati sull’analisi della meccanica di corsa su *treadmill* non motorizzati capaci di ricavare parametri di forza, velocità e potenza prodotti durante un singolo sprint di pochi secondi (~6”)

Figura 1.



Figura 1

Bibliografia

Morin JB, Samozino P, Bonnefoy R, Edouard P, Belli A, Direct measurement of power during one single sprint on treadmill. *J Biomech*. 2010 Jul 20;43(10):1970-5

EFFICIENZA MECCANICA E MUSCOLATURA COINVOLTA

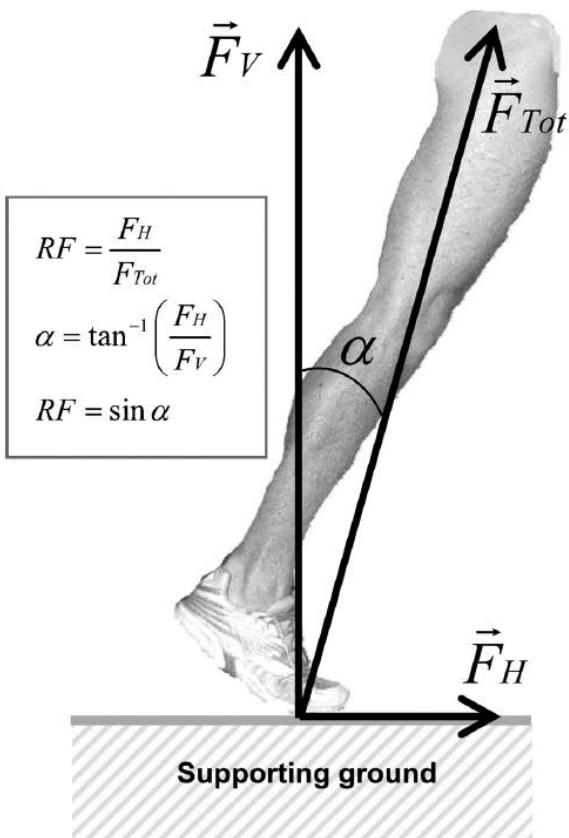


Figura 2

Durante ogni passo di uno sprint l'uomo esprime una quantità di forza (*Total Force, F_{Tot}*) composta da una componente verticale (*Vertical Force, F_V*) ed una componente orizzontale (*Horizontal Force, F_H*); solo quest'ultima risulta essere tuttavia in grado di generare moto in forma orizzontale durante uno sprint. Scomponendo il vettore *F_{Tot}* come in **Figura 2** è possibile infatti comprendere come *F_H*, ossia la parte efficace di *F_{Tot}*, sia strettamente in relazione con l'angolo α il quale altro non è che l'inclinazione del corpo in avanti, rispetto alla verticale, durante la spinta del piede a terra. Nasce quindi il concetto di *Ratio of Force (RF)*; in altre parole la quantità di forza espressa in forma orizzontale (*F_H*), rispetto alla forza totale (*F_{Tot}*), espressa al suolo durante ogni passo. Tale valore viene generalmente espresso in termini percentuali (*%RF*).

Analizzando i parametri di forza espressi durante ogni passo di uno sprint si è potuto osservare (com'era facile intuire) come il RF sia massimo durante i primi passi per poi decrescere linearmente passo dopo passo con l'aumentare della velocità di spostamento. Nasce quindi il concetto di *Index of*

force application technique (D_{RF}); in altre parole l'abilità di mantenere elevata la quantità di forza espressa in forma orizzontale e quindi l'efficacia della spinta al suolo, con l'aumentare della velocità per produrre moto in forma orizzontale **Figura 3**. La **Figura 3** mette inoltre a confronto 2 soggetti con *Index of force application technique (D_{RF})* differenti. Il soggetto **A** (pallini neri) risulta caratterizzato da simile abilità di esprimere forza in forma orizzontale (*%RF*) durante i primi passi di uno sprint ma maggior decadimento di *RF* con l'aumentare della velocità e quindi una minor *%RF* negli ultimi passi di uno sprint, rispetto al soggetto **B** (pallini bianchi). Chi è quindi il più veloce?

Analizzando e confrontando la prestazione di sprint di 100m in sprinter di livello mondiale (*CL*), sprinter di livello nazionale (*National-level*) e sprinter non professionisti (*Non-specialists*) **Figura 4** ci

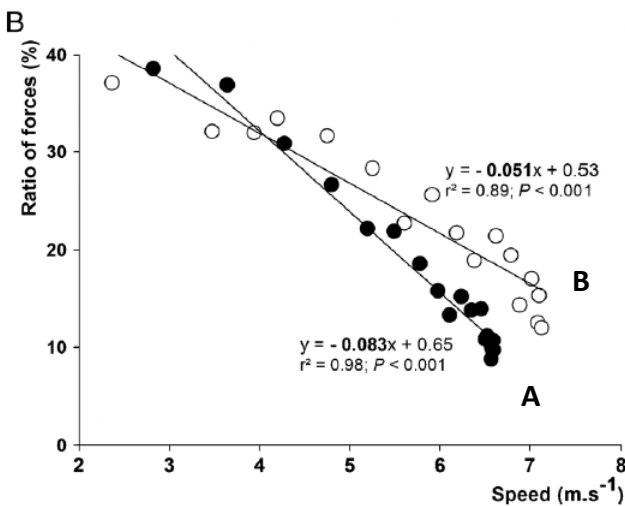


Figura 3 - modificato

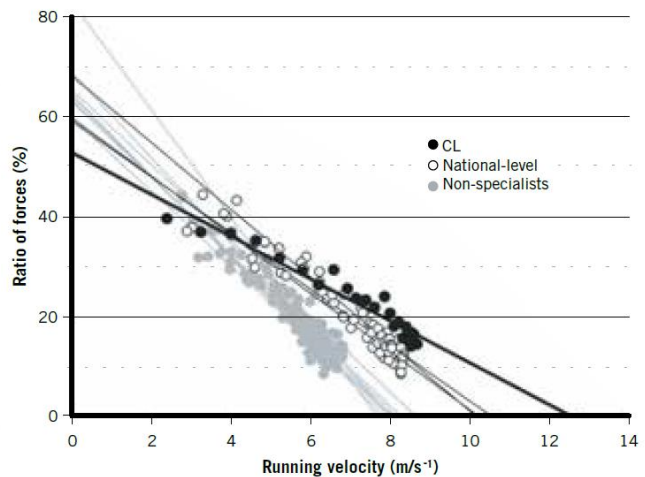


Figura 4

mostra come l'*Index of force application technique* (D_{RF}) risulti essere determinante per il successo in prestazioni di accelerazione e velocità massimali, molto più che il *Ratio of Force* (RF). Dopo aver indagato i parametri di forza, velocità e potenza su cui si basa la prestazione di sprint, aver compreso l'importanza della RF e D_{RF} ed il ruolo della muscolatura estensoria della coscia sul bacino, rimane la necessità di analizzare il ruolo di tale muscolatura nella produzione di F_H .

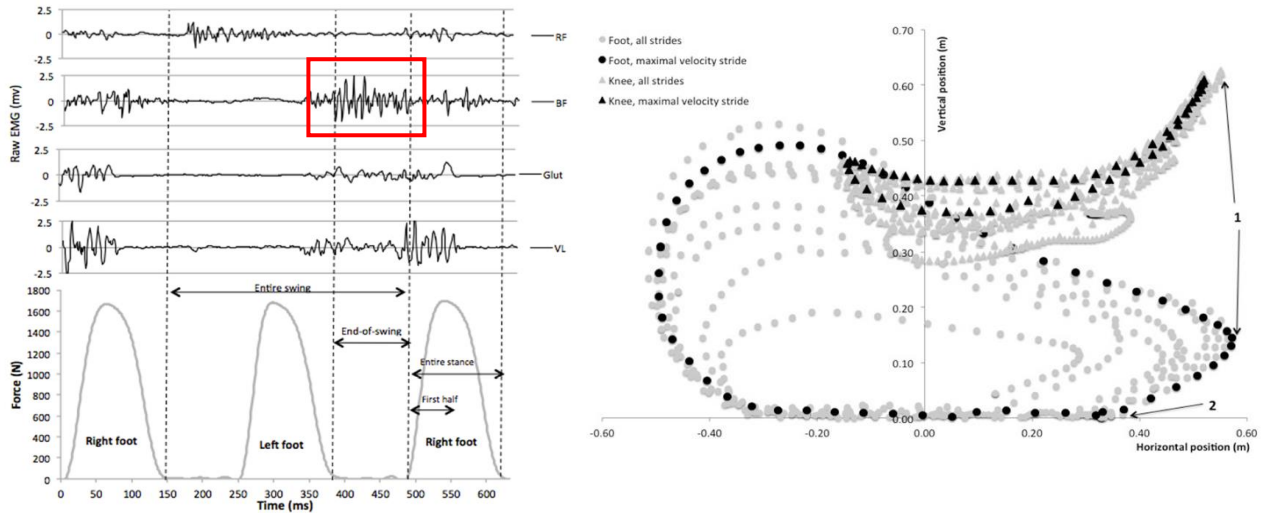


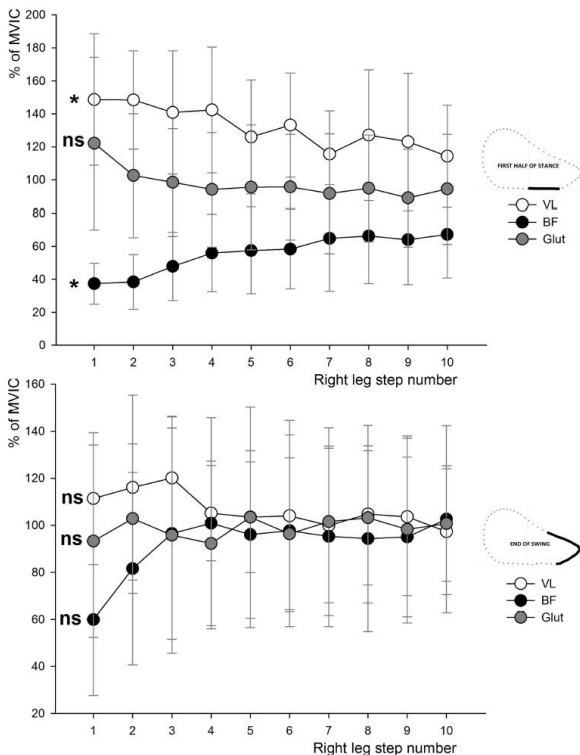
Figura 5

A tale scopo Morin e collaboratori hanno valutato la prestazione di sprint su *treadmill* motorizzato in 14 soggetti partecipanti a sport caratterizzati da sprint (7 soccer e basketball, 3 sprinter e decathlon, 4 rugby) ($24,2 \pm 4,6$ anni, $1,79 \pm 0,07$ m, $79,9 \pm 7,9$ kg) analizzandone i parametri cinetici (forza, velocità, potenza ecc.), attività muscolare (EMG) ed il movimento di piede e ginocchio sul piano sagittale (Video) **Figura 5**.

Si è quindi potuto osservare come l'attivazione del bicipite femorale (BF) raggiunga il suo picco durante la fase terminale dello swing (*End-of-swing*), quando la coscia si trova in massima flessione sul bacino, ed inizia la fase di estensione della coscia portandoci ad applicare forza al suolo per poter così completare il passo **Figura 5**.

Tale assunto non risulta tuttavia una novità riguardo lo studio dell'attivazione della muscolatura posteriore della coscia durante uno sprint, se non si considera che, diversamente dagli studi precedenti (come sottolineato da Morin), è stato analizzato l'intero sprint, compresa la fase di accelerazione. In particolar modo la **Figura 5** ci mostra l'attivazione elettromiografica durante il 7° passo di uno sprint di ~6". Ma cosa succede nei passi precedenti e successivi? Il monitoraggio di ognuno dei primi 10 passi di uno sprint di ~6" (solo arto destro) ci dice qualcosa di estremamente interessante; l'attivazione di BF risulta moderata durante la fase di appoggio e spinta del piede a terra (*stance phase*) mentre risulta essere massima (100% della massima contrazione isometrica volontaria) durante la fase di swing (*end-of-swing*) già dal 3° passo, al pari di

Figura 6



gluteo (*Glut*) e vasto laterale (*VL*) **Figura 6**. Compreso il ruolo ed il timing di attivazione di parte della muscolatura dell'arto inferiore durante prestazioni di sprint, si è provato a determinare il contributo di questa durante la produzione di forza ed espressione in forma orizzontale F_H .

Attraverso il metodo della regressione lineare multipla si è potuto osservare come esista una forte relazione tra F_H e la *combinazione* tra attivazione del bicipite femorale (EMG) durante la fase terminale dello swing e valori di forza (test isocinetico) eccentrica (Hamstrings) e concentrica (Gluteus e Hamstrings) della muscolatura posteriore della coscia. Morin sottolinea inoltre come non sia stata trovata alcuna relazione tra F_H ed i valori di picco di forza espressa dai singoli muscoli analizzati e, soprattutto, come **risultato fondamentale ragionare sull'importanza della capacità del sistema muscoloscheletrico di attivare (EMG) la muscolatura necessaria oltre che produrre alti valori di forza.**

*“Force output capability AND activation capability.
Because if it has strong capability but are not activated in short time, is useless.”*

Bibliografia

Morin JB, Edouard P, Samozino P, Technical Ability of Force Application as a Determinant Factor of Sprint Performance, *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Sep;43(9):1680-8

Morin JB, SPRINT RUNNING MECHANICS New technology, new concepts, new perspectives, *ASPETAR Sport Medicine Journal* <http://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=73#.Wmmas6iibb0>

Morin J-B, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, Brughelli M and Mendiguchia J (2015) Sprint Acceleration Mechanics: The Major Role of Hamstrings in Horizontal Force Production. *Front. Physiol.* 6:404

RELAZIONE TRA SPRINT ED INFORTUNIO AD HAMSTRING (HSI)

Una volta compreso il ruolo determinante degli Hamstring durante prestazioni di sprint, e dato il loro alto tasso di infortunio in prestazioni di questo tipo, risulta doveroso indagare le potenziali cause di tale relazione.

Se è vero (come sembra essere vero) che esiste una forte relazione inversa tra forza degli Hamstring (soprattutto in forma eccentrica) ed infortunio agli Hamstring (*HSI*) e, come appena visto, una stretta relazione tra forza degli Hamstring (sia concentrica che eccentrica) e prestazione di sprint, si potrebbe considerare la valutazione del profilo neuromuscolare dello sprint un potenziale strumento per prevedere e quindi diminuire il rischio di *HSI*?

Con l'obiettivo di rispondere a tale quesito, alcuni gruppi di ricerca hanno provato a mettere in relazione l'analisi del profilo neuromuscolare in prestazioni di sprint attraverso l'analisi descritta nei paragrafi precedenti con il *momento esatto di HSI*, il *ritorno da HSI* e la *previsione di HSI*.

In un *single case study*, il *momento esatto di HSI* è risultato concomitante con un significativo calo di F_{H0} nello sprint precedente (4° sprint) il momento di *HSI* (5° sprint), durante un protocollo di allenamento che prevedeva 10x40 m in sprint con 30'' di recupero. L'ipotesi fatta dagli autori è che, a seguito di un calo di espressione di forza durante il 4° sprint, l'atleta (rugby) abbia provato, in maniera conscia od inconscia, ad aumentare la propria F_{H0} (+14%) durante i primi passi andando così ad alterare il proprio normale profilo di neuromuscolare, sottoponendo la sua muscolatura ad un carico tensivo eccessivo **Figura 7**.

Attraverso il monitoraggio degli aspetti biomeccanici (F_{H0} , V_0 , P_{max}) in uno sprint di 50m di un calciatore pre (8 giorni) e post (33 giorni) infortunio, è risultato che il *ritorno da HSI* sembrerebbe caratterizzato da un significativo calo di F_{H0} (-20,5%) nonostante un concomitante mantenimento di V_0 rispetto ai valori pre-infortunio. Ciò determinerà una minor capacità di esprimere forza in forma orizzontale durante i primi passi in accelerazione; abilità che si è visto essere in stretta relazione con

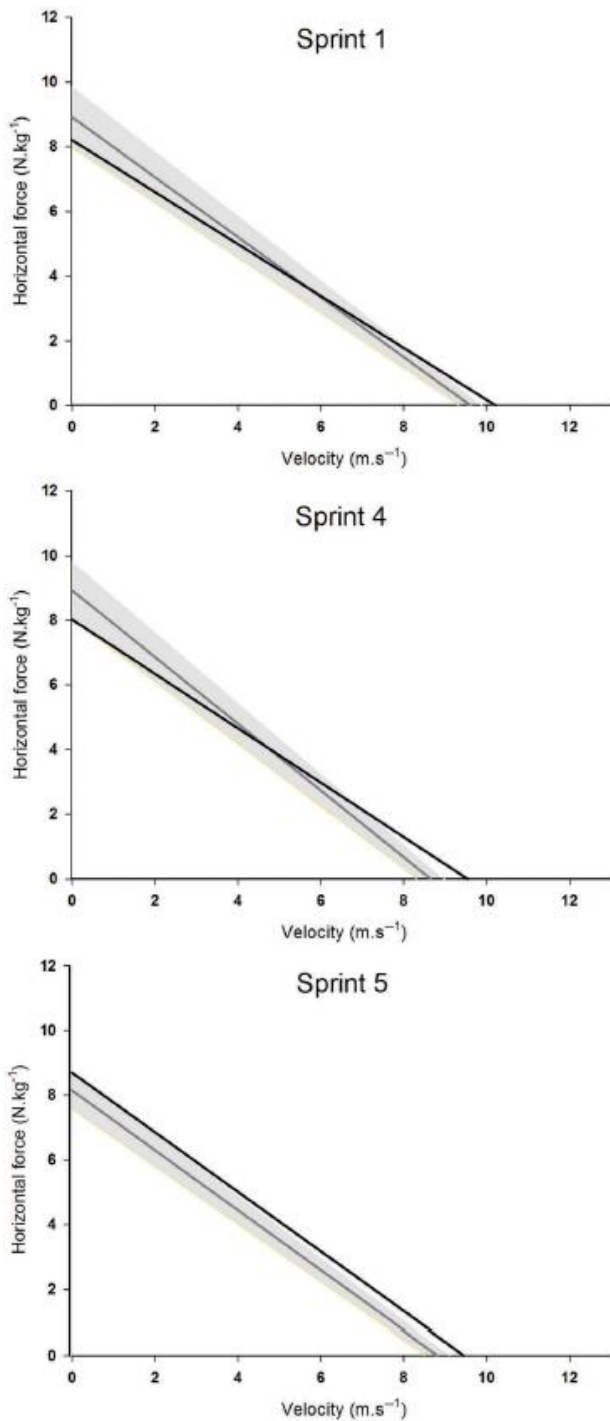


Figura 7

calciatore, sono stati confrontati con la media di squadra e la relativa deviazione standard per ogni occasione di monitoraggio **Figura 9**.

Al termine della stagione sono stati segnalati 6 HSI di cui 4 (~67%) con valori di F_{HO} inferiori a -0,5 deviazioni standard rispetto la media di squadra per ogni sessione di valutazione od a seguito di un significativo calo di F_{HO} (player #1). **Morin inoltre sottolinea come 3 dei 6 HSI siano avvenuti durante Test 4 ossia nei mesi di febbraio/marzo, periodo in cui si è notato esservi un picco di HSI nei Top Club, probabilmente dovuto ad una combinazione tra congestione delle partite, minor fitness legata ad una minore possibilità di allenamento ed accumulo di fatica per il protrarsi della stagione agonistica.**

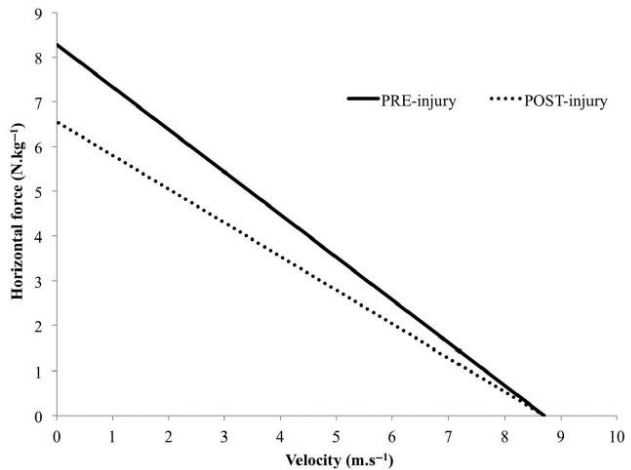


Figura 8

la forza della muscolatura estensoria dell'anca (Hamstrings e Gluteus) **Figura 8**. Tale alterazione del profilo neuromuscolare durante prestazioni di sprint si è mantenuta fino a 2 mesi dal rientro da HSI, esponendo quindi il calciatore, per quanto visto nel paragrafo riguardante il *momento esatto di HSI*, ad un maggior rischio di HSI. **Gli autori chiedono quindi alla comunità scientifica e staff medici se le attuali valutazioni per determinare il momento del rientro dell'atleta all'attività agonistica siano sufficienti ed adeguate.**

Nonostante i risultati di questi studi siano straordinariamente interessanti, risulta doveroso considerare che si tratti di single case study. E' dunque necessario ampliare il campione di studio per verificare quanto ipotizzato.

A tale scopo è stato eseguito il monitoraggio del profilo neuromuscolare in prestazioni di sprint in 95 calciatori di origine giapponese in 5 occasioni durante un'intera stagione agonistica, con l'obiettivo di indagare l'esistenza di una relazione tra alterazione F_{HO} e HSI. I valori di F_{HO} ottenuti in ogni monitoraggio e per ogni

Tale studio ci suggerisce come, l'analisi del profilo neuromuscolare in prestazione di sprint, possa essere un utile ed efficace strumento per guidare il condizionamento fisico con lo scopo di diminuire il rischio di HSI, diminuire il rischio di recidiva e migliorare la prestazione di sprint in atleti di sport di squadra come rugby o calcio, attraverso un approccio basato sulle carenze tecnico-condizionali individuali.

A conclusione della sua presentazione, Morin sottolinea tuttavia come i risultati di questi studi non possano essere interpretati con un rapporto di causa/effetto tra HSI ed alterazione del profilo neuromuscolare, bensì proponendo l'analisi periodica di quest'ultimo come potenziale strumento per individuare gli atleti con maggiore rischio di HSI.

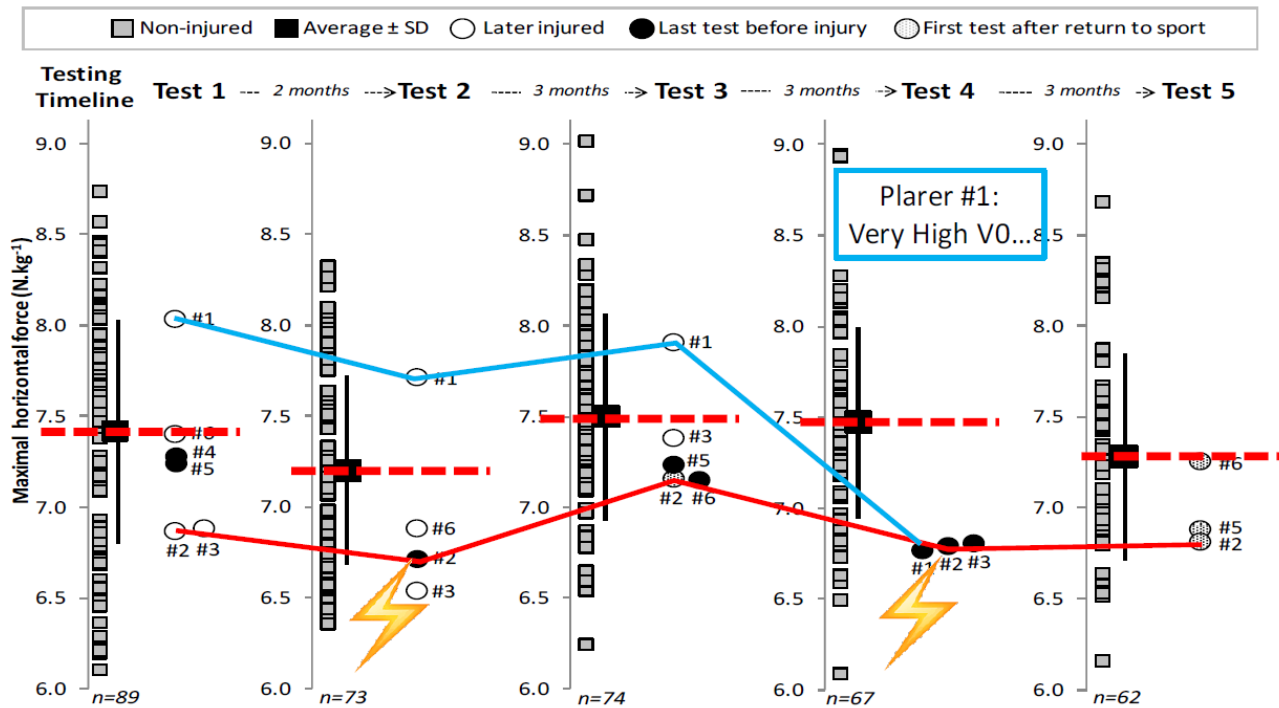


Figura 9

Bibliografia

Mendiguchia J, Edouard P, Samozino P, Brughelli M, Cross M, Ross A, Gill N, Morin JB, Field monitoring of sprinting power-force-velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports, *J Sports Sci.* 2016;34(6):535-41