



KEYWORDS

Cruciate ligament, knee injury, ACL reconstruction, rehabilitation, re-athletization

Perché un nuovo infortunio al legamento crociato anteriore?

Dal meccanismo di rottura al ritorno in campo: cosa ci dice la scienza

Il quesito espresso risulta essere molto frequente in quasi tutti i soggetti che si sottopongono, o che sono stati sottoposti, alla ricostruzione del legamento crociato anteriore.

Generalmente ciò viene a manifestarsi per timore di una recidiva o per l'insicurezza causata da un recupero non ottimale per il ritorno sul campo, come purtroppo spesso accade ad atleti professionisti, nonostante vengano seguiti da équipe mediche, sanitarie e atletiche di primo livello.

Ma perché? Quali sono i motivi che spingono questi team di professionisti a far rientrare in campo precoce-

mente i giocatori dopo un infortunio così grave come la rottura del legamento crociato anteriore?

Conviene "forzare" il recupero di un'articolazione così complessa come quella del ginocchio, conoscendo quali sono i rischi legati ad un ritorno anticipato all'attività sportiva? Il gioco vale la candela?

L'obiettivo di questo articolo risulta essere quello di informare i lettori su cosa la scienza ha evidenziato a proposito di questo frequentissimo infortunio sportivo e di invitare a spunti di riflessione tutti gli operatori medici, sanitari e sportivi che lavorano in sinergia per permettere un recupero completo ed ottimale dell'atleta.



Dott. Emilio Panichi,
Dottore in Scienze Motorie,
Specializzando in Scienze e Tecniche
delle Attività Motorie Preventive
ed Adattate
panichiemilio@gmail.com



IL LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE, CENNI DI ANATOMIA E FUNZIONI

Andiamo con ordine partendo da una definizione anatomica e funzionale di legamento crociato anteriore. Il legamento crociato anteriore è uno dei quattro legamenti principali dell'articolazione del ginocchio, insieme al legamento crociato posteriore e ai legamenti collaterali mediale e laterale. È una struttura fibrosa multifascicolare che presenta due attacchi ossei, uno ad una fossa nella parte posteriore della superficie mediale del condilo femorale laterale e l'altro ad una fossa posta frontalmente e lateralmente alla spina tibiale. Il LCA si sviluppa anteriormente, distalmente e medialmente attraverso l'articolazione del ginocchio, partendo dal femore e arrivando alla tibia. A causa dell'orientamento dei due attacchi ossei il legamento gira su sé stesso formando una spirale. Nella flessione-estensione dell'articolazione l'orientamento è inoltre responsabile della tensione del legamento nel suo ROM (Range of motion).¹ Il suo nome deriva dall'incrocio con il legamento crociato posteriore con riferimento alle loro inserzioni sulla tibia.² All'interno del legamento crociato anteriore sono presenti dei meccanicocettori che occupano circa il 3% del volume del tessuto.³ Le interazioni dei riflessi tra le afferenze del LCA e i muscoli del ginocchio conferiscono al legamento una funzionalità sensomotoria dell'articolazione^{4,5}.

Ciò permette ai meccanicocettori di essere coinvolti nella stabilità dell'articolazione, nella propriocezione e nel controllo motorio.⁶ Il LCA consente di limitare il movimento di traslazione anteriore della tibia rispetto al femore e di rotazione del ginocchio. Insieme al LCP, con il quale forma il centro di rotazione del ginocchio, assicura la stabilità dell'articolazione.⁷

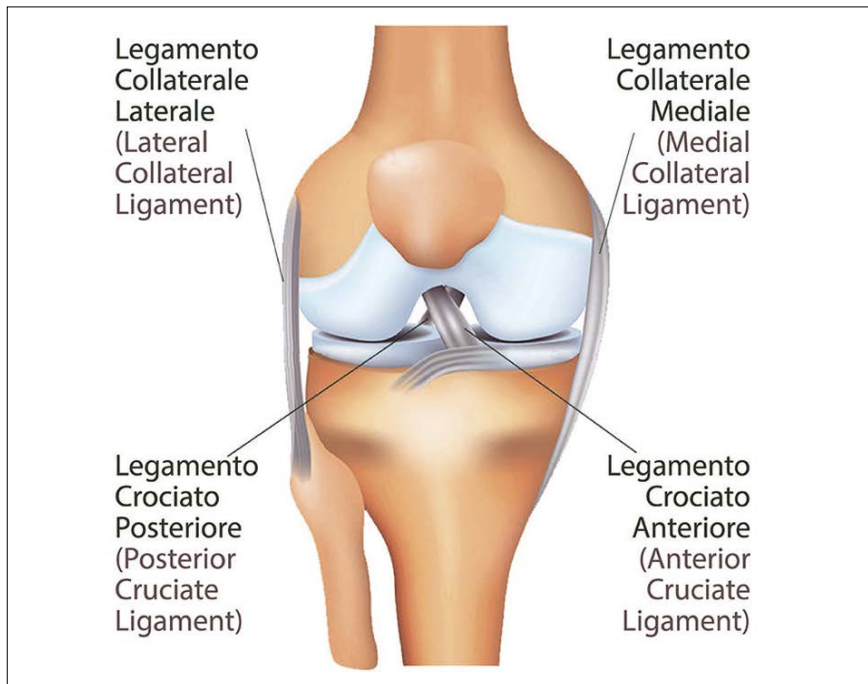


FIGURA 1 - VISIONE FRONTALE ANTERIORE DEL GINOCCHIO. DA: WWW.PIERPAOLOMARIANI.IT

MECCANISMI DI ROTTURA DEL LCA

Discussa l'anatomia e le funzioni del legamento crociato anteriore procediamo all'analisi biomeccanica della rottura del legamento e ciò che la scienza è riuscita ad evidenziare. Quali sono i meccanismi di rottura del LCA? Da studi scientifici è emerso che i principali meccanismi di rottura del LCA in atleti maschi praticanti la disciplina sportiva del calcio sono tre, tutti indiretti e da non contatto. Nella maggior parte dei casi gli infortuni al ginocchio avvengono in situazioni difensive (circa il 77%)⁸ e in circa l'80% dei casi la rottura del LCA avviene da non contatto. Gli infortuni presi in analisi sono avvenuti nella maggior parte in condizioni climatiche asciutte e non particolarmente sfavorevoli. Il primo meccanismo, nonché il più frequente, è risultato verificarsi in situazioni di pressing, dove il difensore per sottrarre la palla all'attaccante si è trovato a dover eseguire un cambio di direzione improvviso, con angoli di movimento che variavano dai 30° ai 90°. In questa situazione

sono stati riscontrati due meccanismi principali che hanno portato alla rottura del LCA: abduzione dell'anca o ginocchio in valgismo. Le seconde situazioni analizzate sono state quelle legate al tentativo di recupero dell'equilibrio dopo aver calciato la palla, anche queste avvenute spesso in fase difensiva. In questi casi i giocatori, mentre perdevano l'equilibrio, si muovevano a velocità orizzontale elevata. Nelle ultime situazioni i giocatori avevano subito la rottura del legamento crociato anteriore atterrando da un salto per colpire la palla di testa. In questi casi l'atterraggio è stato monopodale e con primo appoggio sull'avampiede. In una minoranza di casi gli infortuni avvengono da contatto diretto con l'avversario, tra i meccanismi studiati sono stati evidenziati: tentativo di scivolata da dietro del difensore con impatto laterale e scontro causato da collisione fortuita con l'avversario. In questi casi sono state analizzate tre diverse modalità di contatto: frontale, con impatto antero-laterale che ha portato il ginocchio in valgismo e in iperestensione; ginocchio contro ginocchio con impatto

postero-laterale che ha portato il ginocchio in varo e in traslazione anteriore; ginocchio contro ginocchio con impatto antero-mediale che ha portato il ginocchio in valgo ed iperestensione. In tutte e tre le situazioni da contatto si è verificato un collasso del ginocchio in valgismo, situazione che invece è apparsa molto meno frequente nei casi da non contatto.⁹

Ha molta importanza soffermarsi inoltre sulla casistica di genere negli infortuni al LCA e sui meccanismi e le cause di rottura più frequenti nel genere femminile. È emerso che le donne subiscono rotture del legamento crociato anteriore, in presenza di collasso in valgismo del ginocchio, fino a sei volte di più rispetto agli uomini.¹⁰ Questo probabilmente è dovuto a diversi fattori anatomici, ormonali e neuromuscolari del genere femminile, che lo differenziano da quello maschile. Tra questi vi sono: un aumento di ampiezza dell'angolo Q,^{11,12} (angolo che si forma tra la linea che va dalla spina iliaca antero-superiore al centro della rotula e la linea che va dal centro della rotula alla tuberosità tibiale), che porterebbe ad un aumento del valgismo del ginocchio; una maggior lassità e maggior capacità di rotazione della tibia.¹³ Si è inoltre notato che durante la *ovulatory phase* del ciclo mestruale le donne subiscono un decremento di alcuni fattori come la coordinazione inter-/intra-muscolare, forza massima isometrica, flessibilità e controllo neuromuscolare.¹⁴ Ciò che deriva da questi studi scientifici purtroppo non propende a favore della popolazione femminile, che per cause non soltanto biomeccaniche dettate da un errato schema motorio durante il gesto atletico ma anche per fattori legati strettamente al genere, si ritrova a dover fare i conti con un numero più elevato di rotture del legamento crociato anteriore durante la pratica di discipline sportive.

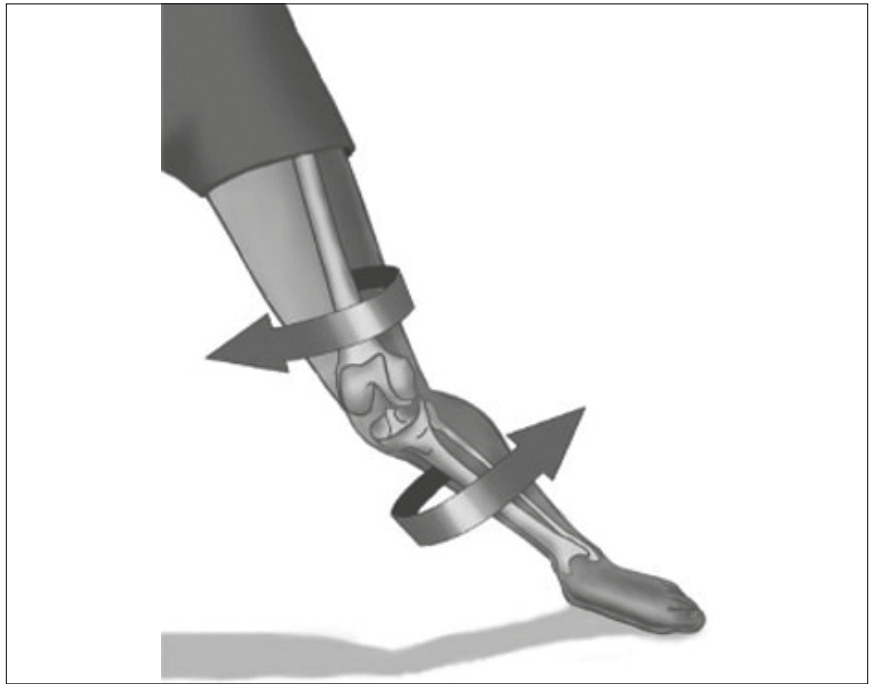


FIGURA 2 - POSIZIONE DI RISCHIO DI COLLASSO DEL GINOCCHIO SINISTRO IN VALGISMO. DA: HEWETT T. E., QUATMAN C. E., 2009.¹⁵

Nella figura 2 è raffigurato il c.d. "punto di non ritorno", cioè quella posizione in valgismo del ginocchio che rappresenta un rischio elevato di rottura del LCA.

I segmenti anatomici, disposti nel seguente modo, creano la possibilità di un infortunio importante al ginocchio: anca in adduzione e rotazione interna; ginocchio leggermente piegato e in valgismo; tibia in rotazione interna o esterna; piede in appoggio al terreno instabile.¹⁶

LCA E RITORNO ALL'ATTIVITÀ SPORTIVA, LE CONTROVERSIE SUI TEMPI DI RECUPERO

Alcune ricerche suggeriscono che il problema principale dopo la ricostruzione del LCA sia rappresentato dalla debolezza del muscolo quadricipite a causa dell'immobilizzazione e dell'inibizione muscolare artrogenica (AMI).¹⁷ Con quest'ultimo termine si identifica quella condizione di debolezza e atrofia del muscolo, in questo caso del quadricipite, a seguito di infortunio o intervento, in questo caso al ginocchio.

L'AMI è causata da un deficit di attivazione neurale del muscolo e porta ad un decremento di forza di circa 80-90% già dopo tre giorni dall'intervento. Alcuni livelli residui di inibizione muscolare artrogenica possono persistere anche per 4 anni dall'avvenimento del trauma.¹⁸

L'alta incidenza di infortuni da overuse dopo ricostruzione del LCA potrebbe anche essere legata al persistente deficit di forza muscolare, nonché all'errata riabilitazione.¹⁹ La "riabilitazione aggressiva", intesa come protocollo di recupero accelerato negli atleti professionisti, è giustificata da: carico adeguato, che aiuta la guarigione e che rappresenta l'opposizione principale al fenomeno dell'AMI; fenomeno della ligamentizzazione, cioè quel processo biologico che sembra non essere correlato con il tempo ma con lo stress a cui è sottoposto il neo-legamento.²⁰

Alcuni studiosi affermano che, ai fini riabilitativi, la mancanza di stress sia tanto dannosa quanto lo stress eccessivo poiché, come visto in studi

precedenti^{21,22} la tensione aumenta la resistenza e lo spessore del tessuto che compone il neo-legamento. Altri autori però hanno evidenziato un rischio molto elevato nel ritorno precoce all'attività sportiva, soprattutto nei giovani al di sotto dei 25 anni. Questo dato riguardante la fascia d'età più colpita da episodi recidivanti potrebbe essere spiegato dal fatto che i giovani, dopo aver subito una rottura ed una ricostruzione del LCA, tornino alla pratica dell'attività sportiva, in particolar modo a quella agonistica, in quantità maggiore rispetto ai pazienti più anziani che hanno subito lo stesso tipo di infortunio. Secondo questi un ragazzo su quattro che ritorna a praticare sport dopo la ricostruzione del LCA subisce un nuovo infortunio. È stato evidenziato che i pazienti con una maggior forza simmetrica del quadricipite e che sono ritornati in campo almeno dopo 9 mesi dalla ricostruzione del legamento crociato anteriore hanno ridotto il tasso di lesioni al ginocchio dell'84%. Gli atleti presi in esame sono stati valutati inizialmente con una batteria di test comprendente esercizi di estensione del ginocchio (isometrica e isocinetica), flessione (isometrica ed isocinetica), salto verticale, salto in lungo e salti laterali ad una sola gamba (single leg hop). I risultati dei test di forza e di salto, durante i quali gli atleti non dovevano sentire dolore pena l'esclusione dal test, sono stati considerati come "indice di simmetria degli arti". Questo indice è definito come il rapporto tra arto operato ed arto sano espresso in percentuale. Se l'indice risulta pari o superiore al 90% in tutti i test viene definita la funzionalità muscolare simmetrica. Dalle analisi statistiche, dai test e dai follow-up è emerso che i giovani atleti che sono tornati a praticare sport prima dei 9 mesi dalla ricostruzione del legamento crociato anteriore hanno avuto un tasso di nuovi infortuni al LCA dalle 3

dalle 7 volte maggiore rispetto a quelli che hanno ritardato il rientro in campo oltre i 9 mesi. Non sono state evidenziate importanti correlazioni tra il raggiungimento della funzionalità muscolare simmetrica e la recidività della rottura del LCA.²³

CONCLUSIONI

Da queste ricerche si evince che il tempo di recupero post-ricostruzione del legamento crociato anteriore è un fattore decisamente importante ai fini riabilitativi e di ritorno all'attività sportiva, così come il recupero immediato della forza muscolare per non rischiare un'atrofia che ritarderebbe ulteriormente il rientro in campo. Ma allora qual è la soluzione per una riabilitazione ed un ritorno allo sport più sicuro? Ovviamente la risposta al quesito è quanto mai complessa poiché si devono valutare moltissimi elementi, predisponenti e non, per poter progettare adeguati programmi di riabilitazione e di recupero, e soprattutto perché la scienza tutt'oggi non fornisce delle risposte certe ma soltanto delle linee guida che andrebbero applicate con attenzione ai minimi dettagli da ogni professionista in base all'individuo che ha davanti. Affermare che ciascun atleta proveniente da una ricostruzione del LCA fa storia a sé non sarebbe errato. Ognuno ha bisogno dei suoi tempi biologici per il recupero, che possono differire da persona a persona, e va valutato quotidianamente sugli andamenti della riabilitazione da un team di esperti così formato: medico ortopedico o chirurgo che ha eseguito l'intervento di ricostruzione (che ha il compito di verificare periodicamente l'andamento della riabilitazione e di supervisionare il lavoro degli altri componenti dell'équipe); fisioterapista (che si occupa di far tornare l'articolazione ad una funzionalità clinica tramite l'esercizio terapeutico); laureato in scienze e tecniche

delle attività preventive ed adattate (che ha il compito di rieducare al movimento e alla funzionalità sportiva l'articolazione tramite l'esercizio allenante adattato, provvedendo quindi ad una riattrezzatura) e preparatore atletico (generalmente un laureato in scienze e tecniche dello sport, che ha il compito di far tornare l'atleta ai livelli precedenti l'infortunio in termini di performance). È di fondamentale importanza che queste figure professionali collaborino nel programmare ed organizzare un piano di lavoro ottimale per il recupero dell'atleta.

Leggendo diversi articoli scientifici alcune domande riguardanti il recupero dell'atleta che ha subito una ricostruzione del LCA possono sorgere in modo accentuato, tra queste quelle di maggior riflessione sono: "Quando e quanto carico somministrare all'atleta?"; "I test somministrati sono realmente funzionali al rientro in campo?"; "Ha senso e conviene correre il rischio di una eventuale recidiva anticipando il ritorno in campo?".

Oserei dire che la risposta al primo quesito sia definita dalla parola "dipende". Molto spesso le risposte che si ricevono dagli allenatori sono rappresentate da questo termine, ciò avviene perché effettivamente l'allenamento è incentrato sull'atleta, che possiede delle sensazioni e delle caratteristiche proprie, le quali ci aiutano a definirne il carico adeguato da somministrare. Quindi il carico dipende dalle esigenze psico-fisiche dell'atleta e dai gesti atletici che la performance specifica della disciplina richiede allo stesso: sicuramente ad un atleta con dolori e problemi ricorrenti dopo la ricostruzione non verrà somministrato lo stesso carico nello stesso periodo di tempo di un altro che invece non presenta problemi; certamente un calciatore non dovrà recuperare il carico che dovrà recuperare invece un powerlifter.

I test utilizzati negli studi citati sono utili per avere un'idea generale della forma fisica dell'atleta al termine del processo riabilitativo, ma non sono specifici della preparazione per la disciplina praticata, pertanto la somministrazione di questi test, aspecifici, dovrebbe essere proposta nel programma riabilitativo e rieducativo per valutare le condizioni fisiche dell'articolazione, purché venga completata e affiancata dalla somministrazione di ulteriori test specifici della disciplina praticata, quindi il più simili possibili alla prestazione sportiva, che aiutino i professionisti a capire realmente le condizioni dell'atleta al fine di stabilire al meglio se sia effettivamente pronto a tornare in campo.

I test specifici dovrebbero riprodurre i gesti atletici e le azioni di gioco più frequenti e che spesso portano all'infortunio, al fine di comprendere

se l'atleta sia in grado nuovamente di esprimere le sue capacità soprattutto sul campo, minimizzando i rischi di eventuali recidive.

Per rispondere al terzo quesito si può tornare in parte al discorso fatto in precedenza per i test, evidenziando che soltanto con il superamento dei test funzionali specifici, con il superamento dei test delle capacità fisiche ed una attenta valutazione neuromuscolare, certamente previo permesso del medico specialista supervisore, si possa far tornare l'atleta all'attività sportiva.

In particolar modo oserei suggerire che qualora non vi sia la sicurezza di far rientrare l'atleta in campo sia meglio tardare il ritorno, continuando a focalizzare e a lavorare su quegli elementi di incertezza che hanno alimentato il dubbio e le perplessità sul rientro posticipato.

Chi scrive si trova in disaccordo verso un rientro in campo precoce dell'atleta, poiché in un lasso di tempo troppo breve il sistema neuromuscolare non è ancora pronto ed efficiente.

L'invito ai professionisti che lavorano in questo settore è quello di non fermarsi soltanto all'effetto della rottura del legamento crociato anteriore ma di andare ad indagare le cause dell'infortunio, lavorando al fine di creare un protocollo per il sistema nervoso e non soltanto per il sistema biomeccanico e muscolare.

L'obiettivo è quello di andare a ricercare e stimolare le afferenze propriocettive che sono andate perse a causa della rottura. L'allenamento, sia in termini di prestazione che di riabilitazione, per essere ottimale deve rispettare i principi che regolano il sistema neuromuscolare.



ABSTRACT

A new anterior cruciate ligament injury, from the rupture mechanism to the return to the pitch.

Most ruptures are caused by non-contact and valgic knee injury. The risk of new injury after ACL reconstruction increases significantly if the return to the pitch is early



BIBLIOGRAFIA

1. *Arnoczky S.P., Anatomy of Anterior Cruciate Ligament, Clinical Orthopaedics and Related Research, Number 172, 1983.*
2. *Palastanga N., Field D., Soames R., Anatomia del movimento umano. Struttura e funzione, Elsevier Masson, 2007.*
3. *Zimny M.L., Schutte M., Dabazies E., Mechanoreceptors in the Human Anterior Cruciate Ligament, The Anatomical Record 214: 204-209, 1986.*
4. *Solomonow M., Baratta R., Zhou B. H., Shoji H., Bose W., Beck C., D'Ambrosia R., The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability, The American Journal of Sports Medicine, Vol. 15, Number 3, 1987.*
5. *Dyhre-Poulsen P., Krogsgaard M. R., Muscular reflexes elicited by electrical stimulation of the anterior cruciate ligament in humans, J Appl Physiol 89: 2191-2195, 2000.*
6. *Nyland J., Brosky T., Currier D., Nitz A., Caborn D., Review of the Afferent Neural System of the Knee and Its Contribution to Motor Learning, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, Vol. 19, Number 1, 2-11, 1994.*
7. *Anastasi G. et al., Trattato di anatomia umana sistematica e funzionale, Edi-Ermes, Vol.1, 249-250, 2019-2020.*
8. *Brophy R. H., Stepan J., Silvers H. J., et al., Defending puts the anterior cruciate ligament at risk during soccer: a gender-based analysis., Sports Health, 2014.*
9. *Waldén M., Krosshaug T., Bjørneboe J., Andersen T. E., Faul O., Häggglund M., Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases, British Journal of Sports Medicine 0:1-10, 2015.*
10. *Hewett T. E. et al., Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: Part 1, Mechanisms and Risk Factors, The American Journal of Sports Medicine, 34(2):299-311, 2006.*
11. *Haycock C. E., Gillette J. V., Susceptibility of women athletes to injury: myth vs. reality, JAMA, 236:163-165, 1976.*
12. *Zelisko J. A., Noble H. B., Porter M., A comparison of men's and women's professional basket injuries., The American Journal of Sports Medicine, 10:297-299, 1982.*
13. *Wojtys E. M., Huston L. J., Schock H. J., Boylan J. P., Ashton-Miller J. A., Gender differences in muscular protection of the knee in torsion in size-matched athletes., J Bone Joint Surg Am, 85:782-789, 2003.*
14. *Annino G., appunti tratti dalle lezioni di Valutazione obiettiva e strumentale della funzionalità muscolare tenute durante l'anno accademico 2019/2020; nonché: Manzi V., D'Onofrio R., Annino G., D'Ottavio S., Ormoni sessuali e stabilità del legamento crociato anteriore nel calcio femminile, Notiziario del settore tecnico FIGC, 5:34-38, 2003.*
15. *Hewett T. E., Quatman C. E., The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism?, British Journal of Sports Medicine, 43: 328-335, 2009.*
16. *Ibidem*
17. *Remiddi F., Turchetta M., Mariani P., Precoce ritorno all'attività agonistica dopo ricostruzione del legamento crociato anteriore nei giocatori di calcio professionisti, The Journal of SPORTANDANATOMY, Periodico di Scienze Riabilitative e Motorie, 1(1-7), 2016.*
18. *Rice D. A., McNair P. J., Lewis G. N., Dalbeth N., Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: the effects of experimental knee joint effusion on motor cortex excitability, Arthritis Research & Therapy, 16(6):502, 2014.*
19. *Walden M., Häggglund M., Ekstrand J., High risk of new injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury, British Journal of Sports Medicine, 40(2):158-62, 2006.*
20. *Remiddi F., Turchetta M., Mariani P., Precoce ritorno all'attività agonistica dopo ricostruzione del legamento crociato anteriore nei giocatori di calcio professionisti, The Journal of SPORTANDANATOMY, Periodico di Scienze Riabilitative e Motorie, 1(1-7), 2016.*
21. *Bair G. R., The effect of early mobilization versus casting on anterior cruciate ligament reconstruction, Trans. Orthop. Res. Soc., 5:108-1, 1980.*
22. *Arem A. J., Madden J. W., Effects of stress on healing wounds: Intermittent noncyclical tension, Journal of Surgical Research, 20:93-2, 1976.*
23. *Beischer S., Gustavsson L., Senorski E. H., Karlsson J., Thomeé C., Samuelsson K., Thomeé R., Young Athletes Who Return to Sport Before 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have a Rate of New Injury 7 Times That of Those Who Delay Return, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 50(2):83-90, 2020.*

La gestione energetica e l'assetto metabolico del CrossFit

INTRODUZIONE

Forza e resistenza creano le fondamenta delle performance sportive e sono elementi posti alla base dello stato di forma fisica e benessere della persona. Infatti, anche secondo le "Raccomandazioni globali dell'OMS sull'attività fisica per la salute" è fortemente raccomandato di eseguire settimanalmente allenamenti di resistenza e contro resistenze per un miglior stato di fitness e di salute, in ottica di prevenzione di malattie croniche ed infortuni nel corso della vita. Numerosi appassionati di fitness, che sono alla continua ricerca di miglioramenti sia sotto il profilo cardiorespiratorio sia di quello muscolo-scheletrico, eseguono i propri allenamenti di endurance e di resistance all'interno della stessa sessione di allenamento o entro poche ore l'uno dall'altro. Questo regime sequenziale di esercizi appartenenti a due mondi di allenamento ben diversi in modalità ed obiettivi è conosciuto come allenamento simultaneo: il CrossFit ne è un esempio.

COS'È IL CROSSFIT?

Autoproclamatosi come lo "sport del fitness", il CrossFit è allenamento funzionale ad alta intensità e costantemente variato, con l'obiettivo di delineare una forma fisica ampia ed inclusiva e di migliorare la prontezza mentale e fisica in contesti operativi mutevoli. Essendo uno sport ibrido perché coinvolge più abilità fisiche nello stesso tempo e presentando un programma di resistenza multimodale che permette di sostenere la massima produzione di energia possibile per tempi più o meno lunghi in discipline differenti e interconnesse tra di loro, il CrossFit

si compone di molteplici modalità di lavoro che mirano ad allenare le diverse capacità condizionali e qualità sport – specifiche e, in particolare modo, stimolano i tre sistemi energetici – ATP-PCR, glicolitico, ossidativo – inducendo adattamenti organici differenti nella persona. Le diverse modalità di lavoro convenzionali e non convenzionali altamente sport – specifiche considerate all'interno di ogni dominio principale alla base di questa disciplina sportiva – weightlifting, strength, gymnastics, endurance – mirano ad allenare e sviluppare, nel lungo termine, la workload tolerance nonché la capacità di tollerare e gestire grandi carichi di lavoro in termini di alte intensità, alti volumi ed alte densità. Non solo, a questa capacità individuale si accosta una qualità che una persona che pratica un'attività ibrida deve padroneggiare, ovvero, la work capacity, generale e specifica, che si riflette nel WOD (Workout of the Day) reputato come la concretizzazione della propria efficienza fisica allenata, sviluppata ed ottimizzata nei diversi domini.

ADATTAMENTI

Affinché avvenga nell'organismo la cascata di adattamenti fisiologici ed organici derivanti dall'allenamento fisico, è necessario sottoporre il proprio corpo ad un livello di stress abbastanza grande da "rompere" lo stato di omeostasi dei substrati dei metabolismi energetici, determinanti

per la produzione di energia richiesta nei molteplici sforzi muscolari. Il corpo risponde adattandosi e determinando ulteriori cambiamenti fisiologici e metabolici che lo rendono ancor più resistente allo stesso fattore di stress ripresentato sotto forma di esercizio fisico in termini di modalità, intensità e durata, ovviamente. Un mero riferimento alla Sindrome Generale di Adattamento, dell'endocrinologo Selye, al cui concetto posto alla base di una qualsiasi pratica sportiva ne segue un altro, ovvero quello del sovraccarico progressivo; la chiave per il successo, a prescindere da ciò che si pratica, è una programmazione meticolosa dei vari fattori di stress in un'ottica di lavoro sul lungo termine cosicché si possano trarre tutti i benefici derivanti dall'intero processo di adattamento. Attenzione, però, a non cadere nella ripetitività né a sovraccaricare sempre in maniera intensa il proprio corpo poiché essi non comporteranno un ulteriore adattamento e miglioramento anzi, potrebbero condurre alla fase di plateau oppure ad una regressione agli adattamenti precedenti o, cosa ancor più grave, nel lungo termine all'overtraining, con conseguente calo della performance atletica.

Spesso, purtroppo, si sottovaluta il tempo di recupero indispensabile per il nostro organismo per avviare tutti quei processi di risposte acute e croniche a livello metabolico, cardiovascolare ed ormonale che ci permettono il tanto ricercato adattamento.



Dott.ssa Maria Teresa Sguera,

Dottoressa in Scienze delle Attività Motorie e Sportive, con lode, presso l'Università degli Studi di Foggia; tecnico FIPE. Studentessa al primo anno presso la Scuola di Osteopatia CESMO. mariateresasguera4@gmail.com



INTERFERENZE

Quando si ha a che fare con l'allenamento simultaneo, conosciuto anche come Concurrent training, è inevitabile imbattersi in un fenomeno che accomuna coloro che uniscono nello stesso nanociclo due protocolli di allenamento appartenenti a mondi paralleli – resistance e endurance training – ovvero, l'effetto interferenza. È un punto cardine per chi si allena su più fronti: poiché in questo sport è richiesta una combinazione di capacità e potenza cardiovascolare aerobica ed anaerobica ed un buon mantenimento dell'apparato muscolo – scheletrico, l'obiettivo di una logica pianificazione dell'allenamento è la ricerca di un equilibrio ottimale tra gli adattamenti fisiologici scaturiti dalle due tipologie di allenamenti per permettere un miglioramento costante su ogni abilità fisica richiesta in termini sport – specifici.

Da qui si evince che non si può pretendere di ottenere la massima espressione di un certo tipo di adattamenti rispetto ad un altro, cosa che è possibile avere nel caso in cui i due protocolli di allenamento venissero intrapresi singolarmente; inoltre, è plausibile che gli adattamenti derivanti da ogni specifico settore, combinati, possano interferire tra loro, determinando il proprio insuccesso a livello di performance. Nonostante ciò, è stato dimostrato come l'allenamento simultaneo non compromette possibili nuovi incrementi di capacità e potenza aerobica se paragonato a chi basa i propri allenamenti su protocolli di lavoro di endurance anzi, si traggono ulteriori benefici unendo le due pratiche. Invece, ciò che risulta essere compromesso è il guadagno di forza dovuto a più fattori come volumi e frequenze inferiori relativi a mesocicli di lavoro abbastanza limitati all'interno del macrociclo rispetto a chi dedica molto più tempo ai lavori di strength, ad un eccesso di fatica

periferica residua acuta, alla differenza dei pattern di reclutamento motorio, all'ipertrofia muscolare limitata da una inibita risposta anabolica acuta e alla conversione delle fibre muscolari della parte inferiore del corpo, in particolar modo.

I SISTEMI ENERGETICI

Le varie modalità di lavoro presenti nei domini principali del CrossFit, se attuate ragionevolmente, hanno un loro perché ed influiscono, inevitabilmente, sui tre diversi sistemi metabolici, primi responsabili delle performance atletiche e, come conseguenza, dello stato di forma fisica. Affinché ci sia l'energia indispensabile per la contrazione muscolare e, quindi, determinare il movimento, è necessaria la presenza della "moneta energetica" ATP (adenosina trifosfato), molecola immagazzinata all'interno delle cellule: quando è idrolizzata in ADP (adenosina difosfato) con l'ultimo gruppo fosfato che si dissocia rilasciando energia, questa è in grado di alimentare i processi cellulari vitali per brevi periodi di tempo, si parla di secondi. Per garantire il giusto sostentamento per gli innumerevoli processi corporei e la contrazione muscolare, le cellule devono promuovere una continua risintesi dell'ATP attraverso il processo inverso di fosforilazione, in cui si aggiunge un gruppo fosfato all'ADP con conseguente formazione del prodotto di ATP, che può esserci in presenza o in carenza di ossigeno. Tutto questo è permesso se si sfruttano le fonti energetiche di scorta rappresentate dai substrati energetici all'interno dei nostri muscoli, tessuti ed organi e, che vengono introdotte con il cibo: assumere carboidrati, lipidi e proteine è fondamentale per risanare le riserve energetiche, per convertire i composti in energia chimica ed essere usati come "carburante" per il lavoro muscolare richiesto.

I tre sistemi energetici, per comodità, sono sempre descritti separatamente però essi entrano in gioco simultaneamente nonostante ci sia la predominanza di un sistema rispetto ad un altro in base all'entità dello sforzo fisico. Quando il nostro corpo è sottoposto a sforzi fisici massimali, quindi intensi ma brevi (massimo 10"–15"), il più alto tasso di ATP è determinato dal sistema fosfogeno, conosciuto anche come sistema energetico anaerobico lattacido: in carenza di ossigeno e senza produzione di acido lattico, esso usa ATP e fosfocreatina come substrati energetici di partenza presenti già a livello intramuscolare sotto forma di riserve. Alla rapida deplezione dei fosfogeni è correlata una veloce comparsa di fatica ed incapacità di sostenere ritmi di lavoro ad alta intensità nel tempo; così, quando lo sforzo fisico si protrae oltre la soglia di massima resa energetica da parte del sistema fosfogeno oppure, quando il sistema aerobico non è più in grado di produrre il tasso di energia utile per sforzi fisici che vanno oltre la soglia lattacida e il $VO_2\max$, il sistema energetico anaerobico lattacido, o sistema glicolitico, entra maggiormente in gioco: facendo affidamento al carboidrato come substrato di partenza, presente sotto forma di glucosio a livello ematico e alle riserve di glicogeno a livello muscolare, esso, in carenza di ossigeno, determina una concomitante produzione di ATP e acido lattico nel muscolo (conseguentemente lattato nel torrente ematico) a causa dell'incremento dell'acido piruvico non ossidato in H_2O e CO_2 ; si assiste, così, all'evento di affaticamento muscolare, dovuto ad acidosi, per via del depauperamento dei fosfogeni muscolari, all'aumento degli ioni H^+ causato da una maggiore idrolisi dell'ATP e alla diminuzione del pH intramuscolare. Grazie al sistema glicolitico è comunque possibile lavorare per tempi relativamente più lunghi (fino

a 120") ad intensità sub-massimali/massimali ma, nel momento in cui uno sforzo sub-massimale dovesse andare oltre certe tempistiche o uno sforzo di più bassa intensità richiedesse più tempo di sollecitazione muscolare, l'energia è ricavata principalmente dal sistema energetico aerobico che sfrutta i processi ossidativi, possibili solo con l'uso di ossigeno. Il metabolismo ossidativo sfrutta, come substrati energetici di partenza, i carboidrati, i lipidi e le proteine, anche se il contributo di quest'ultime è minimo e sussiste in determinate condizioni organiche; ci sono, essenzialmente, due vie di produzione energetica in aerobiosi, sempre in riferimento alla tipologia di sforzo fisico in atto: la glicolisi aerobica e la lipolisi aerobica. La via aerobica per la produzione energetica, con maggior riferimento

alla glicolisi aerobica, riveste un ruolo di una certa importanza negli sport di resistenza multimodale, come il CrossFit, poiché una grande fetta di allenamenti ed eventi competitivi presentano tempistiche di lavoro dai 2' ai 15' e permette, al contempo, di stimolare ed allenare qualità molto più sport - specifiche; in più, è richiesta grande capacità aerobica correlata alla soglia lattacida e potenza aerobica. Da non sottovalutare è la ricostituzione dei substrati energetici affinché il corpo abbia sempre a disposizione l'energia necessaria per il suo sostentamento e per eseguire sforzi fisici di qualsiasi entità; alla loro deplezione dovuta alle diverse modalità di lavoro e, quindi, al fattore di stress indotto dall'esercizio fisico, deve seguire il loro ripristino che richiede tempi differenti in base allo stimolo a cui il corpo è stato sottoposto:

se per l'ATP e la fosfocreatina i tempi di ripristino (connessi ad una maggior efficienza del sistema energetico aerobico) sono veloci come lo è il loro decaupero – 3'/8', per le scorte di glicogeno muscolare ed epatico la situazione varia – 20h/48h, poiché il loro ripristino è fortemente correlato all'intensità e al volume dello stimolo allenante.

CONCLUSIONI

Grazie alle tre vie di produzione energetica è possibile spiegare come ci si affatica, come noi percepiamo lo stato di fatica e minimizzarla per essere più efficienti, come sviluppare una buona work capacity sport – specifica, la workload tolerance e come abbassare le interferenze in ottica di ottimizzazione della performance sul lungo termine.

BIBLIOGRAFIA

1. Glassman G., (2007), *Understanding CrossFit*. CrossFit Journal
2. Glassman G., (2002), *Foundations*. CrossFit Journal
3. Glassman G., (2002), *What is Fitness?*. CrossFit Journal
4. Riccaldi A., (2017). *Project Cross-Athlete*. Project Editions
5. Selye H., (1950), *Stress and the General Adaptation Syndrome*. British Medical Journal, 1(4667), 1383-1392
6. Viada A., (2015). *The Hybrid Athlete*. Juggernaut Training Systems Store
7. Fyfe J.J., Bishop D.J., Stepto N., (2014), *Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables*. Sports Medicine, 44, 743-762
8. Coffey V.G., Hawley J.A., (2017), *Concurrent exercise training: do opposites distract?*. The Journal of Physiology, 1(5959), 2883-2896
9. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L., (2018). *Fisiologia applicata allo sport-Aspetti energetici, nutrizionali e performance*. Casa Editrice Ambrosiana
10. Brooks G.A., Fahey T.D., Baldwin K.M., (2005), *Exercise physiology: human bioenergetics and its applications*. McGraw-Hill
11. Keul J., (1973), *Muscle metabolism during long lasting exercise*. Springer

ABSTRACT

CrossFit is a fitness program that combines resistance training, endurance training and gymnastics movements within the same training session. The latter changes everyday with the aim of improving over time the fitness level, intended as health and well-being.

This training methodology is practiced all over the world by millions of people of different ages, coming from different backgrounds, lifestyles, fitness levels.

Regardless of the factors mentioned above, people taking part in these types of workouts are faced with several challenges, requiring a combination of strength, power, en-

durance and sport-specific skills. Leaving aside the goals that motivate people to keep practicing this multidisciplinary sport, CrossFit, through its different workout methodologies, trains and develops the three energy systems which are fundamental for the production of energy required for muscular work. Those three systems determine a series of organic adaptations, responsible for the subsequent changes in the athletic performance and, as a consequence, in the overall physical condition of a person.

CrossFit is a concurrent training: pay attention to interferences.

