

# IL VALORE PREDITTIVO DEI TEST DI PERFORMANCE PER IL RIENTRO IN CAMPO A SEGUITO DI INTERVENTO DI RICOSTRUZIONE DEL LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE: REVISIONE DELLO STATO DELL'ARTE IN LETTERATURA

J. SARTORE<sup>1</sup>, E. GIANNINI<sup>2</sup>, A. ANDREANI<sup>3</sup>

*1 Fisioterapista, specializzato in terapia manuale ortopedica (OMPT), Master di I livello in Fisioterapia Sportiva, 2 Docente A.C. presso Università degli studi di Pisa, Master in Fisioterapia Sportiva,*

*3 Fisioterapista, MSc, specializzato in terapia manuale ortopedica (OMPT), docente a.c. presso Università degli Studi di Pisa, Master in Fisioterapia Sportiva, docente a.c. presso Università degli Studi del Molise, Master in Scienza e Pratica Fisioterapia Muscoloscheletrica*

## RIASSUNTO

**-Scopo:** Lo scopo di questa revisione è quello di fare un focus sulla letteratura che ha indagato in modo sperimentale la predittività dei test funzionali rispetto la qualità e la sicurezza del rientro in campo per verificare la presenza di elementi ricorrenti e correlati tra loro nei vari studi.

**-Metodi:** È stata condotta una revisione della letteratura sulla banca dati MEDLINE da gennaio 2010 fino a dicembre 2018, i criteri di eleggibilità sono stati strutturati per includere studi clinici che trattassero di pazienti impegnati in attività sportive che hanno subito un intervento di ricostruzione del legamento crociato anteriore (LCA) con lo scopo di verificare la predittività dei test di performance rispetto il rientro in campo (RTP).

**-Risultati:** Sono stati inclusi nella revisione 8 studi, dai quali sono stati estratti i dati rispetto il valore predittivo dei soli test funzionali. Sono stati inoltre raccolti i criteri di outcome con i quali gli autori hanno messo in correlazione i suddetti test.

**-Conclusioni:** La mancanza di consensus sulla modalità di misurazione è una delle cause della mancanza di consensus sui valori predittivi. Al variare della scelta dell'“unità di misura” della qualità di rientro in campo, varia il significato dei test. L'impostazione retrospettiva sembrerebbe non essere adeguata per valutare la predittività dei test.

**Parole chiave:** Legamento crociato anteriore (RLCA) · Validità predittiva test · Rientro in campo (RTS)

## ABSTRACT

**-Objective:** The aim of this review is to verify if there are any data recurrences in clinical studies that that have evaluated the predictive value of functional tests for returning to sport after an anterior cruciate ligament reconstruction.

**-Material and Methods:** We searched in MEDLINE databases from January 2010 until December 2018, we searched for papers that have studied the return to sport of athletic population after anterior cruciate ligament reconstruction with the aim of evaluate the predictive value of functional tests.

**-Results:** We included 8 studies, only data regarding functional tests were extracted. We also analyzed the outcome measures that authors put in correlation with functional tests.

**-Conclusions:** Lack of consensus on which outcome measure should be used for evaluating the return to sport causes probably the lack of consensus on the predictive value of functional tests. Retrospective studies seems not to be ideal for evaluating the predictive value of functional tests.

**Keywords:** Anterior Cruciate Ligament Recostruction (ACLR) · Predictive Value · Return To Sport (RTS)

## INTRODUZIONE

La lesione del legamento crociato anteriore (LCA) del ginocchio è un infortunio molto comune nella popolazione di atleti di ogni livello e rientrare in campo o semplicemente eseguire le normali attività per questi pazienti può risultare una sfida [1]. La maggior parte di questi infortuni avviene senza che l'atleta subisca un contatto di gioco ed il rischio è maggiore in sport che prevedono azioni di "piede perno" o cambi di direzione repentini [2]. L'intervento chirurgico di ricostruzione del legamento crociato anteriore (ACLR) è la soluzione più comune per i pazienti che desiderano riprendere l'attività sportiva allo stesso livello pre-lesionale [3], portando approssimativamente un milione di persone ogni anno a sottoporsi a questo tipo di operazione in tutto il mondo [4]. La decisione di concedere il rientro sicuro all'attività sportiva (RTS) è spesso basata sul tempo trascorso dall'intervento, più comunemente individuato nei 6 mesi post-operazione [5]. In verità, non esiste un *consensus* generale riguardo i criteri oggettivi sui quali basare la concessione al RTS. Da una revisione della letteratura di Barber-Westin e Noyes [6] il 40% degli studi non utilizza alcun criterio oggettivo mentre il 32% valuta solamente il tempo trascorso dall'intervento chirurgico [7]. Negli studi dove gli autori utilizzano criteri oggettivi per valutare se il paziente sia effettivamente pronto a riprendere l'attività sportiva, quelli presi in considerazione più frequentemente sono: gonfiore, *gait analysis*, forza muscolare, test per la lassità. Per quanto riguarda i test funzionali invece, i più spesso utilizzati sono: *single leg hop*, *single leg squat*, *active straight leg raise*, affondi in linea, *deep squat*, scatti, step laterali, *leg press* [8, 9, 10, 11, 12]. Il valore di cut-off più comunemente preso in considerazione è l'ottenimento di un *Limb Symmetry Index* (LSI) > 90% perché si considerino positivi sia nei test funzionali che nei test di forza muscolare. Il LSI è calcolato come il valore misurato dell'arto operato diviso il valore misurato dell'arto non coinvolto, espresso in percentuale [7]. Le modalità di esecuzione e misurazione della maggior parte di questi test non vengono adeguatamente studiate trattandosi spesso di opinioni di esperti o di prove empiriche, lontane dunque dalla medicina basata sulle evidenze [13]. Lo scopo di questa revisione è quello di fare un focus sulla letteratura che ha

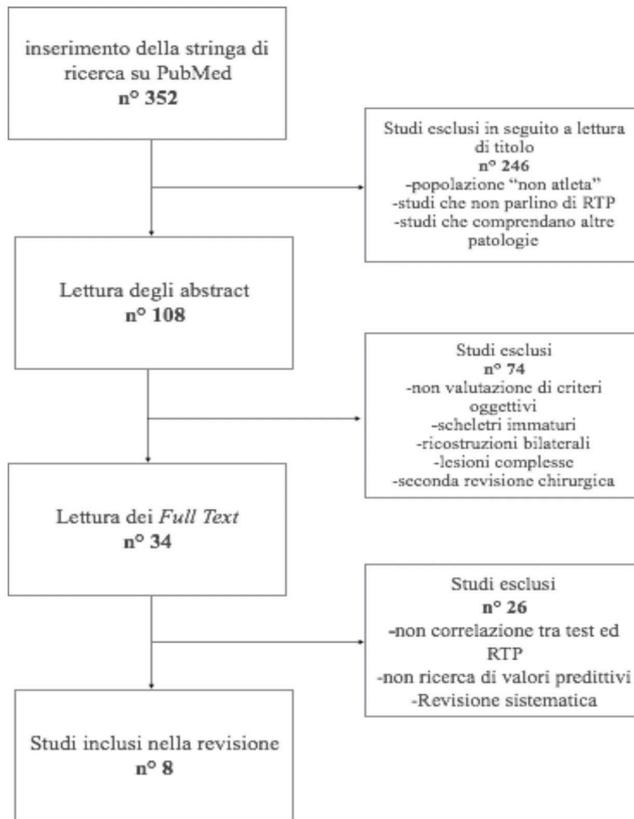
indagato in modo sperimentale la predittività dei test funzionali rispetto la qualità e la sicurezza del rientro in campo. La scelta di restringere il campo di ricerca all'ultimo decennio e di dare dunque a questo lavoro l'impostazione di "stato dell'arte" è stata guidata dal desiderio di provare a ricercare dell'ordine in un argomento che appare evidentemente molto confuso a causa della moltitudine di studi presenti nelle banche dati internazionali.

## MATERIALI E METODI

È stata condotta una revisione della letteratura sulla banca dati MEDLINE da gennaio 2010 fino a dicembre 2018, limitando la ricerca alla lingua inglese e utilizzando le seguenti parole chiave: *Anterior Cruciate Ligament*; *Return To Play*; *Assessment*; *Predictive factor*; *Functional test*, combinandole fra loro (completate con le loro declinazioni e sinonimi) attraverso l'utilizzo degli operatori booleani AND e OR nella stringa di ricerca: ("ACL" OR "Anterior Cruciate Ligament") AND ("RTP" OR "Return To Play" OR "RTS" OR "Return To Sport" OR "Readiness") AND ("Assessment" OR "Evaluation" OR "Predictive Factor" OR "Criteria" OR "Test" OR "Functional Test" OR "Functional") La stringa è stata costruita con l'intento di focalizzare l'attenzione verso l'utilizzo dei test funzionali come fattori prognostici che correlino con il rientro in campo dell'atleta in seguito ad un infortunio. La *query translation* ottenuta su PubMed è stata: ("ACL" [All Fields] OR "Anterior Cruciate Ligament" [All Fields]) AND ("RTP" [All Fields] OR "Return To Play" [All Fields] OR "RTS" [All Fields] OR "Return To Sport" [All Fields] OR "Readiness" [All Fields]) AND ("Assessment" [All Fields] OR "Evaluation" [All Fields] OR "Predictive Factor" [All Fields] OR "Criteria" [All Fields] OR "Test" [All Fields] OR "Functional Test" [All Fields] OR "Functional" [All Fields]) Una prima selezione è stata operata facendo riferimento al titolo al fine di selezionare esclusivamente gli articoli che fossero inerenti ad una popolazione di atleti e che trattassero il tema del rientro in campo (*Return To Play*, RTP); i criteri di esclusione sono stati:

- Articoli in cui non sia menzionato il ritorno in campo (RTP, *Return To Play*).
- Articoli che non fossero esclusivamente incentrati sulla ricostruzione del legamento crociato anteriore (ACL, *Anterior Cruciate Ligament*).

Una seconda valutazione è stata effettuata in seguito alla lettura degli abstract.



Sono stati esclusi gli studi che in cui non venga riportata la valutazione dello stato di salute dell'atleta al momento del rientro in campo, articoli in cui i soggetti fossero scheletricamente immaturi, articoli il cui argomento fosse interventi bilaterali o lesioni complesse e seconde revisioni chirurgiche.

A seguito di una terza revisione effettuata analizzando i *full-text* dei lavori, sono stati inclusi solamente articoli che menzionassero il carattere predittivo dei test funzionali. Sono stati inclusi solamente studi di coorte, studi caso-controllo, studi prospettici e *Randomized Controlled Trials* (RCT) (Diagramma 1).

Nell'introduzione si fa riferimento ad alcuni articoli inclusi dai primi criteri ma esclusi dai secondi, con lo scopo di creare una sezione che riassume brevemente le caratteristiche cliniche degli infortuni e della modalità di valutazione della performance oggetto della revisione.

## RISULTATI

La ricerca ha inizialmente prodotto 352 risultati. In seguito alla prima selezione dei titoli hanno rispettato i criteri di inclusione 108 articoli. Di queste, la lettura degli abstract ha portato alla selezione di 34 articoli. Analizzando i *full-text* sono stati inclusi 8 studi.

Kyritsis [14] et al. analizzano nel loro studio una coorte composta di 158 atleti professionisti (maschi, eliminando così la variabile "sesso"). Gli autori sottopongono gli atleti ad una sessione di valutazione con test muscolari e funzionali (test di balzo) al termine del programma riabilitativo, a 6 mesi dall'intervento chirurgico. Il *follow-up* medio, per verificare se accadano episodi di re-rottura del LCA, è di 646 giorni con un range che va da 1 a 2060. Alla fine del *follow-up* il 16,5% dei pazienti ha subito una seconda lesione in un tempo medio di 105 giorni dalla concessione al rientro in campo. A seguito di un'analisi statistica gli autori affermano che i pazienti che rientrano in campo senza aver superato i valori di cut-off per tutti i criteri di valutazione hanno 4 volte più probabilità di incorrere in una re-rottura. Di tutti i test, quello che si è dimostrato correlato in modo più diretto con l'aumento del rischio di infortunio è la valutazione della forza dei flessori di ginocchio.

Lo studio sottolinea dunque l'importanza di superare i criteri oggettivi di valutazione per il rientro in campo al fine di ridurre il rischio di secondo infortunio, un evidente limite è quello di non aver valutato singolarmente i tests al fine di verificare quali di questi spiegasse meglio la varianza dell'outcome nel campione.

Nello studio di Toole [15] et al. gli autori sottopongono una coorte di 115 giovani atleti (di cui 88 di sesso femminile) ad una valutazione composta di test funzionali oggettivi, test muscolari e scale per il *Patient-Reported Outcomes (PROs)*, al momento della concessione al rientro in campo. Il quesito che si pongono è quello di verificare se i pazienti che superano i cut-off abbiano più probabilità di rientrare all'attività sportiva allo stesso livello pre-lesionale ad 1 anno dall'intervento chirurgico. Dei 115 atleti inclusi, al *follow-up* il 66,1% è riuscito a rientrare allo stesso livello pre-lesionale o superiore. La percentuale di pazienti che hanno superato tutti i test in batteria è del 13,9% mentre le percentuali per i test valutati singolar-

mente oscillano su un range che va dal 43,5% al 78,3%. Il dato sensibile che viene riportato riguarda i test muscolari. Dei pazienti che hanno superato entrambi i criteri di cut-off nei tests muscolari di flessori ed estensori, l'81,3% sono rientrati allo stesso livello pre-lesionale contro il 60,2% tra quelli che non li hanno superati. Un importante limite di questo studio è da individuarsi nella scelta dei criteri per la valutazione del rientro in campo: l'utilizzo del solo *single leg hop* si è dimostrato poco significativo come elemento predittivo.

Müller [16] et al. strutturano il loro lavoro analizzando una coorte di 40 pazienti sottoposti ad intervento di ricostruzione del LCA utilizzando un *autograft* con semitendinoso e gracile (STG). A 6 mesi dall'intervento è stata effettuata una valutazione completa di test funzionali, test muscolari e PROs. Un mese più tardi, a 7 mesi dall'infortunio, il campione è stato diviso in due categorie: *Return to Sport (RS)* e *non-Return to Sport (nRS)*, il criterio per la discriminazione è il rientro in campo allo stesso livello pre-lesionale. L'analisi statistica della differenza dei risultati tra i due gruppi ha fatto emergere che il *single leg hop test* e il questionario ACL-RSI sono le valutazioni con più alto potere predittivo rispetto il rientro in campo. Nessuna differenza statistica è stata rilevata negli altri test. Gli autori sottolineano che, nonostante non vi sia significatività statistica, i pazienti operati utilizzando un intervento di ricostruzione del LCA con prelievo autologo da semitendinoso dimostrano un LSI più basso rispetto gli altri tipi di intervento nella forza degli hamstrings. I principali difetti di questo studio sono le dimensioni del campione di popolazione analizzato e la scelta di un *follow-up* breve.

Nel lavoro di Paterno [17] et al. gli autori cercano di verificare se la combinazione di test muscolari, test funzionali e PROs possa predire il rischio di re-rottura. Viene analizzata una coorte di 163 pazienti sottoposti ad intervento di ricostruzione del LCA. A 120 atleti sono stati somministrati i test al momento del RTS, 43 invece sono stati inclusi nel gruppo di validazione. Il *follow-up* è stato di almeno 24 mesi per verificare la presenza di nuovi infortuni nei pazienti. Al termine del *follow-up* il 20% ha sofferto di un secondo infortunio (23 su 114 che hanno completato la valutazione). L'analisi statistica ha portato all'individuazione di due profili considerati "ad alto rischio" per la seconda rottura. Il profilo 1 comprende: età < 19

anni, *triple hop for distance* normalizzato rispetto alla statura (1,34 - 1,90 volte la statura) ed il *triple hop for distance* LSI < 98,5%. Il profilo 2 comprende: età < 19 anni, *triple hop for distance* normalizzato rispetto alla statura (> 1,34 volte la statura), il *triple hop for distance* LSI > 98,5%, sesso femminile ed un'alta fiducia nel ginocchio. All'interno dei gruppi ad alto rischio il 41,5% è andato incontro ad una seconda rottura contro il 1,6% nel gruppo a basso rischio. All'interno della coorte di validazione il 46,2% dei partecipanti classificati come ad "alto rischio" ha subito un secondo infortunio contro il 16,7% del gruppo a "basso rischio". Questo ha portato gli autori a concludere che i pazienti classificati come ad "alto rischio" hanno 5 volte più probabilità di re-rottura rispetto il gruppo "basso rischio" (sensibilità 66,7% specificità 72,0%). In questo lavoro il *triple hop for distance* risulta essere, tra i test funzionali, quello maggiormente predittivo per casi di re-lesione del LCA. I limiti di questo studio sono rappresentati dall'età della coorte. Scegliendo solamente atleti molto giovani (età media 16 ± 3.0 anni) che praticano sport di *pivoting & cutting*, la motivazione al rientro in campo potrebbe essere maggiore o più rischioso lo sport rispetto atleti più anziani o che svolgano attività che non prevedono stress importanti all'articolazione del ginocchio.

Nawasreh [18] et al. nel loro studio puntano a verificare se i criteri per la concessione al rientro in campo, valutati a 6 mesi dall'intervento, siano predittori per il rientro in campo allo stesso livello pre-lesionale a 12 e 24 mesi dopo l'intervento. 95 dei pazienti inclusi nello studio hanno completato la batteria di test per la valutazione della concessione al rientro in campo. Gli autori hanno suddiviso i soggetti in due categorie: PASS per gli atleti che hanno superato il cut-off di 90% in tutti i criteri di valutazione, FAIL per quelli che non lo hanno superato. Successivamente a 12 e 24 mesi è stato chiesto ai pazienti se fossero o meno rientrati in campo allo stesso livello pre-lesionale. Il tasso di atleti che sono rientrati allo stesso livello pre-lesionale a 12 mesi è del 81,1% di quelli compresi all'interno del gruppo PASS e 44,2% all'interno del gruppo FAIL (sensibilità 61,2% specificità 77,4%). A 12 mesi età e sesso non sono predittori. Al contrario, i test funzionali e le scale di valutazione GRS e KOS-ADL sono risultati essere correlati al tasso di rientro in campo. I test che hanno dimostrato avere la correlazione

più forte sono stati il *6 m timed hop LSI* e la scala GRS. A 24 mesi il tasso di atleti rientrati in campo allo stesso livello pre-lesionale è del 84,4% per gli appartenenti al gruppo PASS e 46,4% per gli appartenenti al gruppo FAIL (sensibilità 67,5% specificità 75,0%). A 24 mesi età e sesso non sono predittori. Solamente test funzionali sono risultati essere correlati al tasso di rientro in campo. I test che hanno dimostrato avere la correlazione più forte sono stati il *6 m timed hop LSI* ed il *single leg hop LSI* somministrati in batteria. In definitiva, chi passa i criteri per la concessione al rientro in campo a 6 mesi ha più probabilità di rientrare allo stesso livello pre-lesionale. Il limite di questo studio è rappresentato dal fatto che tutti i pazienti hanno seguito la fisioterapia post-operatoria in un unico centro specializzato, riducendo così la variabilità e dalla scelta di una coorte di pazienti che praticano attività sportiva di livello I o II, non è possibile affermare che le stesse conclusioni siano trasferibili ad atleti amatoriali o ricreazionali. McGrath [19] et al. strutturano uno studio per verificare la correlazione tra i test funzionali somministrati ad una coorte di 64 atleti a 24 settimane dall'intervento di ricostruzione del LCA ed il livello a cui rientrano in campo (misurato attraverso la *Tegner Activity Score, TAS*) a 12 e 24 mesi post-operazione. I test sono stati eseguiti anche in fase pre-operatoria. L'analisi statistica ha rivelato che la condizione pre-operatoria della forza muscolare di quadricipite ed hamstrings è fortemente correlato con il livello post-operatorio a 24 settimane. La combinazione degli *hop test for distance (single leg hop, triple leg hop, crossover hop)* e del *6 m timed hop test* ha dimostrato una forte correlazione con la TAS a 12 e 24 mesi dall'intervento. Per quanto riguarda il solo *6 m timed hop test* la correlazione statistica si è dimostrata solamente moderata. Così come per i test di forza, la condizione pre-operatoria è fortemente in correlazione con i risultati post-operatori a 24 settimane. Il picco di velocità durante la corsa ha dimostrato una grande correlazione con la TAS a 12 e 24 settimane. Non si è invece dimostrata statisticamente significativa la correlazione tra picco di forza verticale di reazione al terreno (*vGRF*), il *time to peak vGRF* e la TAS post RTS. Gli autori affermano che alla luce delle forti correlazioni statistiche tra TAS a 12 e 24 mesi e picco di velocità, forza degli hamstrings e *hop test*, sarebbe utile concentrare la riabilitazione su questi *outcomes*. I limiti di

questo studio sono legati al sui design, utilizzare dei ricercatori non in cieco potrebbe influenzare la raccolta dati. La scelta di restringere il campo a solo due tecniche chirurgiche potrebbe non concedere la declinazione dei risultati alla popolazione operata con tecniche diverse.

Nello studio di Edwards [20] et al. vengono valutati 113 pazienti retrospettivamente, a 12 mesi dall'intervento di ricostruzione del LCA per verificare quali criteri di valutazione fossero predittivi rispetto il rientro in campo. Gli autori somministrano ai pazienti una scala di valutazione IKDC, test di forza massimale isocinetico per quadricipite e hamstrings e 4 test funzionali (*hop tests*), calcolandone il LSI. Questi criteri di valutazione sono stati messi in relazione con i valori dicotomici "rientrato in campo" e "non rientrato in campo". Dei 113 pazienti il 64% è rientrato all'attività sportiva (grado I / II, valutato con la *Noyes Sports Activity Rating Scale, NSARS*). Dei pazienti che sono rientrati il 21% ha superato tutti i test ottenendo un LSI > 90% contro il 5% di quelli che non sono rientrati all'attività sportiva. L'analisi statistica ha rilevato che il completamento del ciclo riabilitativo, età anagrafica < 25 anni ed un punteggio IKDC più elevato sono i criteri predittori di un rientro in campo ottimale, al momento della valutazione. I dati ricavati da questo studio evidenziano come i 3/4 dei pazienti sono rientrati all'attività sportiva di alto livello nonostante, non avendo superato i criteri di cut-off per il RTS, siano soggetti ad un maggior rischio di re-rottura. Gli autori individuano i limiti del loro lavoro nella tipologia di valutazione, concentrata prevalentemente sull'aspetto muscolare/funzionale, e sulla criticità del valore LSI quale non tenendo conto del probabile decondizionamento dell'arto sano, potrebbe sovrastimare lo stato di salute dell'arto in analisi.

Werner [21] et al. strutturano il loro lavoro distinguendo una coorte RTS (atleti rientrati, dopo un intervento di ricostruzione del LCA, ad uno sport considerato ad alto rischio) composta di 18 pazienti ed una coorte di controllo NRTS composta di 12 atleti che non sono riusciti a rientrare in campo dopo l'intervento. I soggetti sono stati sottoposti ad una valutazione composta di PROs e test funzionali (tempo medio dall'intervento di  $4,02 \pm 3,20$  anni per RTS e  $3,68 \pm 2,71$  anni per NRTS). Ai pazienti è stato inoltre richiesto di com-

pilare due questionari (Tegner Activity Scale e Marx Activity Scale) per avere una valutazione sul livello dell'attività sportiva pre-lesione. L'analisi statistica ha rivelato la presenza di nessuna differenza statistica tra i test funzionali eseguiti ed i gruppi RTS e NRTS. Le uniche differenze segnalate sono per le scale di valutazione dei PROs e nello specifico di IKDC e la sottosezione "sintomi" della KOOS. Gli autori individuano i limiti del loro

lavoro nel piccolo numero di pazienti inclusi nelle due coorti e nel non aver approfondito che tipologia di riabilitazione avessero seguito.

## DISCUSSIONE

Escludendo i test che negli studi non hanno dimostrato nessuna correlazione con il RTP, i risultati sono riassunti nella tabella 1.

**Tab.1** - SLH-single leg hop; 6mTH-6 minute timed hop; TH-triple hop for distance; CrH-crossover hop; SqH-square hop test; PkS-peak speed; IsokFHS-test di forza isocinetica hamstrings; IsokFO-test di forza isocinetica quadricipite;  $\Delta$ IsokFO-HS-rapporto forza isocinetica quadricipite hamstrings.  
**X**-forte correlazione statica; x-moderata correlazione statica; /- nessuna correlazione statica; nv non valutato

	SLH	6mTH	TH	CrHT	SqHT	PkS	IsokFHS	IsokFQ	$\Delta$ IsokFO-HS	Valutazione qualità RTP	Follow-up
<i>McGrath et al.</i>	<b>X</b>	<b>X</b>	nv	/	nv	<b>X</b>	<b>X</b>	x	nv	Tegner Activity Score	12-24 mesi
<i>Kyritsis et al.</i>	x	x	x	nv	nv	nv	x	x	<b>X</b>	ACL graft rupture	24 mesi
<i>Toole et al.</i>	/	nv	nv	/	nv	nv	<b>X</b>	<b>X</b>	nv	Tegner Activity Score	12 mesi
<i>Nawasreh et al.</i>	<b>X</b>	<b>X</b>	/	/	nv	nv	nv	/	nv	Y/N RTS	12-24 mesi
<i>Müller et al.</i>	<b>X</b>	nv	<b>X</b>	<b>X</b>	/	nv	/	/	/	Y/N RTS	7 mesi
<i>Paterno et al.</i>	/	/	<b>X</b>	/	nv	nv	/	/	nv	ACL graft rupture	24 + mesi
<i>Edwards et al.</i>	/	/	/	/	nv	nv	/	/	nv	NSARS	12 mesi
<i>Werner et al.</i>	/	/	nv	/	nv	nv	/	/	nv	Y/N RTS	3-4 anni

Tab. 2

	SL H	6mT H	TL H	CrHT	SqHT	PkS	IsokFHS	IsokFQ	ΔIsokFQ -HS	Valutazione qualità RTP	Follo w-up
<i>McGrath et al.</i>	X	X	nv	/	nv	X	X	x	nv	<i>Tagner Activity Score</i>	12-24 mesi
<i>Kyritsis et al.</i>	x	x	x	nv	nv	nv	x	x	X	<i>ACL graft rupture</i>	24 mesi
<i>Toole et al.</i>	/	nv	nv	/	nv	nv	X	X	nv	<i>Tagner Activity Score</i>	12 mesi
<i>Nawasreh et al.</i>	X	X	/	/	nv	nv	nv	/	nv	<i>Y/N RTS</i>	12-24 mesi
<i>Müller et al.</i>	X	nv	X	X	/	nv	/	/	/	<i>Y/N RTS</i>	7 mesi
<i>Paterno et al.</i>	/	/	X	/	nv	nv	/	/	nv	<i>ACL graft rupture</i>	24 + mesi
<i>Edwards et al.</i>	/	/	/	/	nv	nv	/	/	nv	<i>NSARS</i>	12 mesi
<i>Werner et al.</i>	/	/	nv	/	nv	nv	/	/	nv	<i>Y/N RTS</i>	3-4 anni

Una prima distinzione, è da farsi riguardo l'impostazione metodologica degli studi presenti in letteratura (tab. 2, in cui si vedono evidenziati gli studi retrospettivi). In questa revisione è evidente come gli studi che non hanno riscontrato nessuna correlazione statistica tra test di performance e RTP (sicuro o valido) siano tutti ad impostazione retrospettiva. Questo è verosimilmente imputabile al fatto che in questa tipologia di lavoro non viene valutato l'atleta al momento del RTP e probabilmente all'alta percentuale di pazienti che si espone ad un rischio di re-rottura maggiore rientrando all'attività sportiva senza aver superato i criteri di cut-off, creando così un campione falsato rispetto il quesito clinico iniziale. Secondo alcuni autori infatti, il 75% dei pazienti rientra in campo senza aver superato i criteri di cut-off [22].

Una seconda distinzione, invece, si può fare prendendo in considerazione in che modo gli autori abbiano valutato la qualità o la sicurezza del rientro in campo e come questo si correli con i test di performance somministrati. McGrath e Toole valutano la qualità del rientro in campo utilizzando una scala di valutazione, la *Tegner Activity Scale*. In entrambi gli elaborati di questi autori la correlazione statistica più importante che emerge è quella con i test di forza muscolare, in modo particolare con la forza degli hamstrings. Nawasreh, Müller e Werner dividono in modo dicotomico gli atleti al *follow-up* (nel caso di Werner et al. al momento della prima valutazione, essendo uno studio retrospettivo), ponendo la domanda "sei rientrato in campo allo stesso livello pre-lesionale?" alla quale i pazienti hanno dovuto rispondere semplicemente "YES" o "NO".

Tab. 3

	SL H	6mT H	TL H	CrHT	SqH T	Pk S	IsokFH S	IsokF Q	$\Delta$ IsokFQ -HS	Valutazione qualità RTP	Follow-up
<b>McGrath et al.</b>	X	X	nv	/	nv	X	X	x	nv	Tagner Activity Score	12-24 mesi
<b>Kyritsis et al.</b>	x	x	x	nv	nv	nv	x	x	X	ACL graft rupture	24 mesi
<b>Toole et al.</b>	/	nv	nv	/	nv	nv	X	X	nv	Tagner Activity Score	12 mesi
<b>Nawasreh et al.</b>	X	X	/	/	nv	nv	nv	/	nv	Y/N RTS	12-24 mesi
<b>Müller et al.</b>	X	nv	X	X	/	nv	/	/	/	Y/N RTS	7 mesi
<b>Paterno et al.</b>	/	/	X	/	nv	nv	/	/	nv	ACL graft rupture	24 + mesi
<b>Edwards et al.</b>	/	/	/	/	nv	nv	/	/	nv	NSARS	12 mesi
<b>Werner et al.</b>	/	/	nv	/	nv	nv	/	/	nv	Y/N RTS	3-4 anni

Negli studi di questi autori emerge una forte correlazione con gli *hop test* eseguiti in batteria, mentre si evidenzia una scarsa o nulla correlazione con i test muscolari rispetto la risposta "YES". Kyritsis e Paterno nei loro lavori, scelgono di valutare il numero di atleti che subiscono una seconda lesione del crociato anteriore al *follow-up* e di correlarla con i test eseguiti al momento del RTP. Anche in questo caso la correlazione statistica più forte è con i test di balzo. In questo caso le similitudini sono meno evidenti a causa dell'impostazione che Paterno dà al suo lavoro, ricercando quale test singolarmente eseguito concorra a costituire un profilo considerabile ad alto rischio e non ricercando una correlazione statistica diretta tra i risultati.

Dalla tabella riassuntiva (tab. 3, in cui vediamo evidenziati in vario colore le varie correlazioni) è sottolineabile come ci sia una similitudine dei risultati ottenuti in relazione alla tipologia di valutazione che gli autori hanno scelto. Analizzando la suddetta tabella al negativo, andando cioè a sottolineare i risultati discordanti rispetto l'ipotesi di correlazione con la modalità di valutazione al *follow-up*, si può notare come i test che non seguono questo andamento, o non sono stati valutati o sono stati utilizzati in modo differente (ad esempio non in batteria) a causa delle diverse impostazioni degli studi.

## CONCLUSIONI

Alla luce delle considerazioni fatte rispetto i risultati di questa revisione, appare evidente come la mancanza di un *consensus* riguardo i criteri di valutazione, influenzi negativamente lo sviluppo di un algoritmo che permetta al clinico di concedere un rientro in campo sicuro all'atleta, in seguito ad un intervento di ricostruzione di LCA. Negli studi che presentano un'impostazione prospettica, la scarsa qualità metodologica potrebbe influire in modo decisivo sulla eterogeneità dei dati. Sembrerebbe invece che al fine di ricercare la costruzione di un modello di *decision making evidence based* per il RTP degli atleti, l'impostazione retrospettiva non sia l'ideale per valutare la predittività di un test di performance.

Il minimo comune denominatore dei lavori presi in analisi in questa ricerca è la diminuzione del rischio di seconda rottura per i pazienti che superano i criteri di cut-off nei test funzionali di performance, nonostante ciascun autore utilizzi una batteria di test leggermente differente dagli altri. Per quanto riguarda la ricerca di un fattore predittivo rispetto la qualità del rientro in campo, è di comune accordo il valore dei test di balzo e della valutazione della forza muscolare attraverso dei test isocinetici, anche in questo caso, nonostante l'assenza di un *gold standard* su quali elementi valutare e sulla modalità di valutazione. Questa revisione non è priva di limiti. Il primo e principale è non aver preso in considerazione l'aspetto psicologico della cosiddetta *readiness* al RTP, ampiamente analizzato in letteratura. Già Webster et al. [23] nel suo lavoro conclude asserendo che la paura correlata alla re-rottura, valutata per mezzo della Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK-11) è un fattore predittivo negativo importante rispetto il rientro in campo. Anche Paterno nello studio incluso in questa revisione, individua un profilo considerabile "alto rischio" in cui i pazienti superano tutti i cut-off dei test funzionali ma nonostante ciò hanno una maggior e incidenza di seconde lesioni ed imputa questo alla esuberanza dei giovani atleti che rientrano "troppo velocemente" ad attività considerabili potenzialmente pericolose. Un secondo importante limite di questa revisione è la presenza di un singolo revisore, esponendo così questo lavoro a numerosi *bias* metodologici. L'assenza inoltre di un'analisi statistica dei dati rende le conclusioni tratte

aleatorie. L'intento principale di questo studio è dunque quello di aiutare a strutturare dei lavori con una qualità metodologica superiore al fine di sviluppare un algoritmo per la *decision making* sul rientro in campo in seguito ad una ricostruzione di legamento crociato anteriore.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nawasreh Z., Logerstedt D., Cummer K., Axe M.J., Risberg M.A., Snyder-Mackler L., *Do Patients Failing Return-to-Activity Criteria at 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Continue Demonstrating Deficits at 2 Years?*, Am J Sports Med. 2017 Apr.; 45(5): 1037-1048.
2. De Mille P., Osmak J., *Performance: Bridging the Gap After ACL Surgery*, Curr Rev Musculoskelet Med. 2017 Sep.; 10(3): 297-306.
3. Undheim M.B., Cosgrave C., King E., Strike S., Marshall B., Falvey É., Franklyn-Miller A., *Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation*, Br J Sports Med. 2015 Oct.; 49(20): 1305-1310.
4. Davies G.J., McCarty E., Provencher M., Manske R.C., *ACL Return to Sport Guidelines and Criteria*, Curr Rev Musculoskelet Med. 2017 Sep.; 10(3): 307-314.
5. Raoul T., Klouche S., Guerrier B., El-Hariri B., Herman S., Gerometta A., Lefevre N., Bohu Y., *Are athletes able to resume sport at six-month mean follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction? Prospective functional and psychological assessment from the French Anterior Cruciate Ligament Study (FAST) cohort*, Knee. 2019 Jan.; 26(1): 155-164, doi: 10.1016/j.knee.2018.11.006. Epub 2018 Nov 22.
6. Barber-Westin S.D.1., Noyes F.R., *Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction*, Arthroscopy. 2011 Dec.; 27(12): 1697-1705.
7. Gokeler A., Welling W., Benjaminse A., Lemmink K., Seil R., Zaffagnini S., *A critical analysis of limb symmetry indices of hop tests in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A case control study*, Orthop Traumatol Surg Res. 2017 Oct.; 103(6): 947-951.
8. Mayer S.W., Queen R.M., Taylor D., Moorman C.T. 3rd, Toth A.P., Garrett W.E. Jr, Butler R.J., *Functional Testing Differences in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients Released Versus Not Released to Return to Sport*, Am J Sports Med. 2015 Jul.; 43(7): 1648-1655.
9. Daniel K.M., Stone M.L., Riehl B., Moore M.R.A., *Measurement of lower limb function: the one leg hop for distance*, Am J Knee Surg. 1982; 1: 212-214.
10. Gustavsson A.1., Neeter C., Thomeé P., Silbernagel K.G., Augustsson J., Thomeé R., Karlsson J., *A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction*, Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Aug.; 14(8): 778-88. Epub 2006 Mar.
11. Logerstedt D.1., Grindem H., Lynch A., Eitzen I., Engebretsen L., Risberg M.A., Axe M.J., Snyder-Mackler L., *Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo*

- ACL cohort study, *Am J Sports Med.* 2012 Oct.; 40(10): 2348-56. Epub 2012 Aug 27.
12. Ross M.D., Langford B., Whelan P.J., *Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests*, *J Strength Cond Res.* 2002 Nov.; 16(4): 617-622.
  13. Lentz T.A., Zeppieri G. Jr., Tillman S.M., Indelicato P.A., Moser M.W., George S.Z., Chmielewski T.L.J., *Return to preinjury sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: contributions of demographic, knee impairment, and self-report measures*, *Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Nov.; 42(11): 893-901.
  14. Kyritsis P., Bahr R., Landreau P., Miladi R., Witvrouw E., *Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture*, *Br J Sports Med.* 2016 Aug.; 50(15): 946-951.
  15. Toole A.R., Ithurburn M.P., Rauh M.J., Hewett T.E., Paterno M.V., Schmitt L.C., *Young Athletes Cleared for Sports Participation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: How Many Actually Meet Recommended Return-to-Sport Criterion Cutoffs?*, *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017 Nov.; 47(11): 825-833.
  16. Müller U., Krüger-Franke M., Schmidt M., Rosemeyer B., *Predictive parameters for return to pre-injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery*, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Dec.; 23(12): 3623-3631.
  17. Paterno M.V., Huang B., Thomas S., Hewett T.E., Schmitt L.C., *Clinical Factors That Predict a Second ACL Injury After ACL Reconstruction and Return to Sport: Preliminary Development of a Clinical Decision Algorithm*, *Orthop J Sports Med.* 2017 Dec. 19; 5(12).
  18. Nawasreh Z., Logerstedt D., Cummer K., Axe M., Risberg M.A., Snyder-Mackler L., *Functional performance 6 months after ACL reconstruction can predict return to participation in the same preinjury activity level 12 and 24 months after surgery*, *Br J Sports Med.* 2018 Mar.; 52(6): 375.
  19. McGrath T.M., Waddington G., Scarvell J.M., Ball N., Creer R., Woods K., Smith D., Adams R., *An Ecological Study of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part 2: Functional Performance Tests Correlate With Return-to-Sport Outcomes*, *Orthop J Sports Med.* 2017 Feb 15; 5(2).
  20. Edwards P.K., Ebert J.R., Joss B., Ackland T., Annear P., Buelow J.U., Hewitt B., *Patient Characteristics and Predictors of Return to Sport at 12 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Importance of Patient Age and Postoperative Rehabilitation*, *Orthop J Sports Med.* 2018 Sep. 20; 6(9).
  21. Werner J.L., Burland J.P., Mattacola C.G., Toonstra J., English R.A., Howard J.S., *Decision to Return to Sport Participation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part II: Self-Reported and Functional Performance Outcomes*, *J Athl Train.* 2018 May; 53(5): 464-474.
  22. Webster K.E., McPherson A.L., Hewett T.E., Feller J.A., *Factors Associated With a Return to Preinjury Level of Sport Performance After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery*, *Am J Sports Med.* 2019 Sep.; 47(11): 2557-2562.

**CORRISPONDENZA:**

Jacopo Sartore  
jacoposrt@gmail.com