



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2017/2018

Campus Universitario di Savona

COPER E NON COPER NELLE LESIONI DEL LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE : REVISIONE NARRATIVA DELLA LETTERATURA

Candidato:

PT Mariarita Annunziata

Relatore:

Dott.Davide B.Albertoni, PT, OMPT, PgDip

INDICE

ABSTRACT	2
INTRODUZIONE	5
MATERIALI E METODI	10
RISULTATI	11
1. LASSITÀ.....	13
2.MORFOLOGIA VOLUME E FORZA MUSCOLARE	13
3. EQUILIBRIO	15
4. TEST FUNZIONALI / ATTIVITA' FUNZIONALI.....	16
5. CAMMINO	18
6. CONTROLLO MOTORIO	20
7 .ASPETTO PSICOLOGICO	20
8 .BATTERIE DI TEST PER CLASSIFICAZIONE DEI DUE GRUPPI / OUTCOME A LUNGO.....	21
DISCUSSIONE – sintesi dei risultati.....	23
1. LASSITA'	23
2.MORFOLOGIA / FORZA E CONTROLLO MUSCOLARE.....	23
3. EQUILIBRIO	24
4. TEST FUNZIONALI	25
5. CAMMINO	28
8 .BATTERIE DI TEST PER CLASSIFICAZIONE DEI DUE GRUPPI / OUTCOME A LUNGO.....	34
DISCUSSIONE – Limiti Dello Studio.....	42
CONCLUSIONE.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	44

ABSTRACT (600-1000 parole)

Background

La lesione del legamento crociato anteriore (LCA) è un quadro clinico molto comune con un'incidenza di 4 nuovi casi per 10000 persone all'anno^[1]. Questo trauma ha forte impatto non solo sulla vita personale, sull'autonomia nelle attività di vita quotidiana e sullo sport, ma anche sulle spese sanitarie e sulla produttività^{[1][2]}.

In letteratura attualmente non si è ancora raggiunto un accordo su quale sia il trattamento migliore per affrontare una lesione di legamento crociato anteriore: non è ancora del tutto chiaro se l'intervento che comporti un migliore recupero per la vita del paziente sia quello conservativo o quello chirurgico^[18]. A seguito di una lesione del LCA ci sono pazienti in grado di riprendere la propria normale attività sportiva senza bisogno di chirurgia, classificati come “coper” e pazienti in cui invece, nonostante a seguito di un programma riabilitativo, permangono deficit funzionali importanti, classificati come “non-coper”^[12]. Ci sono numerosi studi in letteratura che si propongono di individuare le caratteristiche che diversificano queste due categorie, prendendo in considerazione tutte le variabili in gioco, da quelle anatomiche e funzionali, al grado di attività prima o dopo la lesione: i risultati sono ancora contrastanti, anche perché oltre a queste due categorie non bisogna dimenticare di considerare la categoria degli “adapter”, ossia pazienti che non vengono sottoposti ad intervento chirurgico e che sperimentano minori episodi di lassità modificando il livello della propria attività sportiva o ricreazionale^[12].

Scopo dello studio

Lo scopo di questa revisione narrativa è analizzare quello che ad oggi è presente in letteratura per valutare la presenza o meno di caratteristiche che permettano di distinguere in maniera significativa i pazienti con lesione di LCA in coper o non coper, riuscendo quindi a determinare quali soggetti, senza intervento chirurgico, riusciranno a riprendere le loro normali attività..

Materiali e metodi

La ricerca è stata effettuata su “Medline”, “Cochrane Library”, “Pubmed”, “Pedro”, utilizzando la seguente stringa di ricerca: “ACL AND (noncoper* OR coper*)” . La ricerca è stata inoltre eseguita tramite l'utilizzo di termini chiave come “ACL” , “Coper” o “Non-coper” e MeSH term come “ACL[MeSH terms]”.

Criteri di eleggibilità degli studi

Nello studio sono stati inclusi tutti gli articoli presenti in lingua inglese, svolti su esseri umani e che presentano nel titolo o nell'abstract le seguenti parole: "ACL", "coper", "noncoper" o "non operative".

Tipologia di pazienti

Sono stati inclusi nello studio tutti i soggetti con lesione LCA, indipendentemente dall'età, dal sesso, dal tipo o dal livello di attività sportiva o lavorativa svolta.

Tipologia di intervento

È stato incluso qualsiasi studio incentrato su queste due tipologie di pazienti, includendo sia studi appartenenti ad una sola delle due categorie, sia studi focalizzati su entrambe le categorie. Sono stati presi in esame sia studi con oggetto il trattamento chirurgico, sia il trattamento conservativo della lesione del LCA, indipendentemente quindi dall'approccio terapeutico utilizzato.

Risultati

Sono stati selezionati 62 articoli e i risultati sono stati suddivisi in base alle variabili analizzate: lassità, morfologia e forza muscolare, equilibrio, test funzionali (hop test, step task, forward lunge), cammino, controllo muscolare, aspetti psicologici, classificazioni coper e noncoper con outcome a lungo termine. Dall'analisi degli articoli, sembrerebbe che già in fase anamnestica, siano individuabili dei fattori che potrebbero, almeno parzialmente, permettere di distinguere le due categorie e dal punto di vista dell'esame obiettivo sembra che le differenze più rilevanti siano riscontrabili nella forza muscolare, equilibrio, step task, forward lunge e cammino.

Conclusioni

Le lesioni del LCA non hanno tutte le stesse caratteristiche cliniche e la stessa limitazione funzionale. In base alle caratteristiche anamnestiche, fisiche e funzionali dei pazienti, sembrerebbe possibile diversificarli in coper e noncoper, in modo tale da garantirne l'approccio riabilitativo più adatto. In letteratura non vi è ancora un consenso univoco in merito alle variabili più affidabili da considerare, ma sembrerebbe opportuno, per avere una visione più completa dei pazienti, effettuarne una valutazione il più globale e inclusiva possibile, fino a considerare anche la sfera psicologica e i cambiamenti a livello del sistema nervoso centrale.

INTRODUZIONE

La lesione del legamento crociato anteriore (LCA) è molto comune soprattutto in chi pratica sport[1]. Sono stimati ogni anno circa 250 mila lesioni e 120 mila ricostruzioni [1].

Un paziente con lesione del LCA può avere due diverse alternative: il trattamento conservativo ed il trattamento chirurgico. In letteratura non esiste ancora un consenso definitivo in merito al trattamento di questi pazienti perché non tutte le lesioni LCA comportano la stessa limitazione funzionale. Il dibattito volge soprattutto su due aspetti: quale sia il migliore approccio tra trattamento conservativo o chirurgico, per garantire l'outcome funzionale migliore per il paziente sia a breve, sia a lungo termine e su quali parametri impostare la valutazione funzionale per indirizzare un paziente ad uno dei due trattamenti.

Ad oggi tuttavia non ci sono linee guida che ci permettono di capire se e quando sia più opportuno effettuare un intervento chirurgico[44]. Tra i chirurghi ortopedici non vi è ancora un accordo su numerosi aspetti: quali parametri considerare a favore di un intervento chirurgico, quale livello di attività ricreazionale o sportiva possa effettuare un soggetto dopo lesione LCA, quale tipologia di innesto da utilizzare e se sia il caso o meno di usare le stampelle dopo l'intervento chirurgico [65].

Un elemento, che da molti studi viene considerato chiave per dissipare la difficoltà decisionale sembrerebbe essere il grado di attività sportiva prima della del trauma [20][56] e anche la maggior parte degli ortopedici consiglia un intervento chirurgico nel caso di sportivi di alto livello [43] o nel caso di una persistente limitazione funzionale dopo lesione LCA.

La complessità nell'indirizzare un paziente al trattamento conservativo piuttosto che chirurgico e i relativi parametri da considerare, sono una conseguenza del fatto che ogni lesione LCA può avere un recupero completamente differente. Le variabili in gioco sono molte, dai fattori anagrafici, come la giovane età, che sembrerebbe più connessa a possibilità di intervento chirurgico [14], al sesso, dato che il sesso femminile sembrerebbe quello più coinvolto nei traumi non da contatto[20].

In base al recupero funzionale e alla ripresa dell'attività sportiva rispetto al livello pre-lesione sono state individuate, ormai già da 20 anni, due categorie “coper” e “noncoper” [54] alle quali poi si è stata aggiunta la categoria degli “adapter”, con lo scopo di non sottostimare o sovrastimare le abilità funzionali dei pazienti e garantirne il corretto trattamento.

Circa 4 anni fa è stata proposta la cosiddetta regola del tre[12]: 1/3 di pazienti riesce a riprendere la propria attività sportiva senza intervento chirurgico (coper), 1/3 dei pazienti presenta instabilità e difficoltà anche nella vita di tutti i giorni (noncoper) ed 1/3 dei pazienti ha un recupero simile ai coper ma ritorna ad un grado di attività sportiva più basso(adapter). La suddivisione in queste categorie, tuttavia, non risulta essere così netta e definita ed i confini tra i tre gruppi sono molto sovrapponibili[49]: questa sovrapponibilità è quindi una conseguenza sia della difficoltà valutativa dei pazienti sia dell'ancora poco definito concetto di “ritorno

all'attività sportiva" considerato come outcome funzionale, che però risulta poco generalizzabile e con necessità di interpretazione rispetto al caso clinico specifico [18].

Sempre sull'aspetto valutativo un altro punto di discussione emerge sulla tempistica di valutazione: molti studiosi si sono interrogati su quando fosse più opportuno valutare i pazienti dopo la lesione, dato che la variabile tempo sembra assumere un peso determinante per modificare e anche migliorare i risultati dei test di screening[44][48], con tempistiche di valutazione che variano da 1-4 settimane [48], a 3 mesi [3] a non oltre i 6 mesi [18].

Un'ulteriore criticità di questa classificazione è la sua validità a lungo termine: i "potential coper" possono riprendere la propria attività lavorativa o sportiva nel breve periodo di tempo per non sospendere l'attività ed eseguire successivamente l'intervento chirurgico[5], oppure i "potential noncoper" possono diventare "coper" a distanza di tempo dopo aver eseguito un trattamento riabilitativo e senza quindi effettuare un intervento chirurgico [6][42].

Per dirimere l'incertezza nella valutazione di questi pazienti e per stratificare i vari livelli di gravità, sono state proposte diverse linee guida da seguire, con criteri di inclusione ed esclusione, la maggior parte dei quali in accordo con i criteri di Fitzgerald et al [49]: vengono inclusi i pazienti che presentano un livello di attività sportiva prima del trauma di grado 1 e 2 (vedi tabella sottostante, [8]), con una risonanza positiva per lesione LCA e almeno una differenza di 3 mm tra le due ginocchia durante il KT 1000 test.

CLASSIFICAZIONE ATTIVITA' SPORTIVA		
Livello	Attività sportiva	Attività occupazionale
I	Jumping, cutting, pivoting (calcio, basket, football americano)	Richieste comparabili ad un livello al livello sportivo I
II	Lateral movements (sci, tennis)	Pesanti lavori manuali o su superfici accidentate
III	Light activity (corsa, sollevamento pesi)	Lavori manuali leggeri
IV	Sedentary activity (faccende domestiche e attività quotidiane)	Attività comparabili con le attività di vita quotidiana

Vengono esclusi dallo studio pazienti con accentuato gonfiore di ginocchio, lesioni associate come problematiche a livello meniscale, o al ginocchio contro-laterale, problematiche relative a lesioni cartilaginee [42], una riduzione del movimento attivo [9;10], una forza del quadricipite inferiore al 70% della forza dell'arto sano, incapacità di saltare sulla gamba con lesione LCA senza sentire dolore [5;11;12], e in alcuni studi,

anche viene considerato come parametro di esclusione anche non aver recuperato un normale pattern di cammino [40].

Questi criteri di inclusione ed esclusione preliminari, hanno lo scopo di individuare quei pazienti con diagnosticata lesione LCA, che possono eseguire i criteri di screening senza subire danni determinati dai test richiesti.

Individuati i pazienti che possono eseguire lo screening, vengono considerati coper i pazienti che presentano le seguenti caratteristiche: non hanno presentato episodi di “giving way” dal momento della lesione e durante il test, negli hop test hanno una performance di almeno l’80 % rispetto alla gamba sana, un livello di “Activities of Daily living” dell’ 80% rispetto alla gamba sana, un “Global Rating of knee function” (VAS) del 60% o più [5]. i pazienti che non rispettano almeno una di questa caratteristiche sono considerati non coper.

Quello che emerge dall’analisi dei criteri di screening è che non sono parametri prettamente meccanici: non si fa riferimento a test specifici per la traslazione anteriore di tibia e non si fa quindi riferimento alla lassità. Lo scopo di questi parametri è di andare a classificare i pazienti in base alle loro capacità funzionali in quanto è stato più volte dimostrato che l’instabilità dinamica non è correlata all’instabilità meccanica[13;14;15], per cui una lassità anteriore dovuta a lesione del legamento crociato non è correlata a maggiore instabilità e mancato ritorno all’attività sportiva [16]. Vi sono alcuni studi che continuano a focalizzare la propria attenzione su differenze di tipo meccanico , affermando di riscontrare anche in esercizi con basso carico o senza pesi, uno spostamento anteriore della tibia nei noncoper, maggiore che nei coper, attribuendo a questa maggiore lassità un maggiore rischio di sviluppare problematiche degenerative[14].

Un altro aspetto considerato nella diversificazione delle due categorie di pazienti è la forza isometrica del quadricipite [7]) che sebbene correlata ad outcome funzionali [1] risulta essere un parametro che da solo non è in grado di determinare la stabilità di un ginocchio post- lesione ACL [17;28;38]. Appare quindi fondamentale indagare non solo l’aspetto della forza muscolare e del trofismo, ma anche il controllo, la coattivazione e coordinazione dei muscoli degli arti inferiori. I potenziali coper sembrano in grado di riuscire a mantenere il proprio ginocchio in equilibrio con strategie di compenso variabili e dinamiche, invece i noncoper sembrano non avere questa capacità e ricorrono a strategie motorie come “overconstrained” o “stiffness strategy” del ginocchio per poter mantenere la stabilità[18,] presentando in questo modo una minore variabilità di risposta motoria in risposta alle diverse sollecitazione del ginocchio.

Vi sono alterazioni anche a livello di differenti gruppi muscolari come il gastrocnemio, il tibiale anteriore e il soleo, soprattutto nei noncoper, giustificate probabilmente da strategie di compenso durante il cammino con maggiore reclutamento della caviglia e conseguente “ankle stiffening strategy” durante la fase di “heel strike”[19]. Il ruolo dell’attivazione muscolare è l’aspetto chiave per controllare la posizione della tibia, di conseguenza è fondamentale per lo sviluppo delle strategie di stabilizzazione.[11].

L'assenza di una netta correlazione tra parametri passivi e articolari con outcome funzionali giustifica la ricerca e l'inserimento nei parametri di screening di alternative dinamiche di valutazione, come gli hop test.

I single leg hop sono dei test largamente utilizzati per valutare la funzionalità del ginocchio sia in pazienti trattati conservativamente, sia in pazienti con trattamento chirurgico e sono risultati essere utili per permettere al clinico di valutare le varie opzioni di trattamento[7].

I single leg hop test determinano un maggiore carico sul ginocchio rispetto alla corsa e al cammino e per questo sembrano essere maggiormente correlabili allo stress che si determina sul ginocchio in sport di alto livello, e sono scelti come mezzo di valutazione di una maggiore funzionalità dinamica.[7]. Nonostante l'apparente semplicità del task motorio, questo compito funzionale presenta delle criticità: in alcuni studi [29;46] solo una minima parte dei noncoper accettava di effettuare hop test, mentre gli altri pazienti preferivano non cimentarsi. Per ovviare a questa problematica alcuni autori propongono delle alternative di valutazione agli hop test come l'affondo [42] o lo step [40].

Le motivazioni della mancata esecuzione del test sono risultate essere le più svariate, compresa anche la paura di effettuare il movimento, condizione frequente e presente sia in potential coper, sia in noncoper, analizzata con la "Tampa scale of chinesiofobia" presentata nello studio di Hartigan[9].

Nei criteri di screening proposti da Shanbehzadeh [4] vi sono anche dei questionari, adottati poi come misure di outcome nella maggior parte degli studi[12;25], tra i quali i più utilizzati sono stati il "Knee Outcome Functional Activity of Dayly living" e il "Global Rating of Knee Function", compilati direttamente dal paziente dopo aver eseguito gli hop test, per avere un'idea della percezione soggettiva del paziente in merito alla condizione del suo ginocchio [4][22].

Oltre a questi criteri di screening, vale la pena impostare la valutazione dei pazienti con deficit di LCA, in un'ottica più globale: vi sono numerosi studi sull'analisi del cammino e sull'equilibrio.

Non vi è ancora comune accordo su quale sia lo schema del passo in soggetti con deficit del LCA, probabilmente anche qui per le numerose variabili in gioco, come la velocità del passo, modelli di calcolo differenti e livello di adattamento e di recupero dei soggetti con deficit di LCA.

Il meccanismo sottostante queste diverse tipologie di movimento non è ancora chiaro, ma potrebbe essere utile approfondire queste caratteristiche perché fondamentali per il trattamento.[10]

Non si può quindi semplicemente parlare di instabilità meccanica quando si fa riferimento ad una limitazione funzionale in esiti di lesione LCA ma il quadro è molto più complesso. A supporto di questa teoria, di modifica e adattamento a livello del sistema nervoso centrale si evidenziano tre fattori: la differenza clinica tra coper e noncoper [9;10;25], l'importanza del precoce intervento riabilitativo dopo il trauma, e l'evoluzione e modifica del quadro clinico nei sei mesi dopo il trauma [25]. Inoltre bisogna anche da considerare che le disfunzioni interessano anche la gamba sana [17]. Il sistema nervoso centrale ha la capacità di modularsi e adattarsi progressivamente in base agli stimoli dalla periferia, e questa capacità di modularsi è una conseguenza del meccanismo di plasticità o neuroplasticità [28]. La presenza di questa caratteristica di neuroplasticità

rappresenta un punto di forza nella riabilitazione LCA e potrebbe essere legata alla differenziazione dei due gruppi coper e noncoper : la neuroplasticità del sistema nervoso centrale giustificerebbe l'utilizzo di specifiche tecniche propriocettive con lo scopo di aumentare l'outcome funzionale nei pazienti con lesione LCA coper e noncoper [28]: il continuo utilizzo del ginocchio in situazioni che mettono alla prova la sua stabilità potrebbero aiutare l'apprendimento di una sinergia alternativa di movimento che riduce l'instabilità e ottimizzare il livello funzionale.

Si può di conseguenza affermare che il “giving way”, uno dei segni principali di diversificazione tra coper e noncoper , sembra essere manifestazione di un'alterazione di più sistemi: non solo a livello periferico, quali un aumento di rotazione interna o traslazione anteriore a livello della tibia [18] o ad un'eccessiva attivazione del quadricipite rispetto alle richieste funzionali [23;25], ma anche da un alterazioni a livello di propriocezione, con alterazione dell'arco riflesso a livello del midollo spinale [26], e cambiamenti a livello dei potenziali evocati nella corteccia somatosensoriale [28].

Lo scopo di questa revisione narrativa della letteratura è quello di individuare, tra le varie caratteristiche indagate negli studi, quali potrebbero essere quelle più utili per diversificare queste due tipologie di pazienti, coper e noncoper per capire come orientare il trattamento, ed individuare quali pazienti siano più indicati per la ricostruzione chirurgica e quali dovrebbero invece intraprendere un percorso conservativo.

MATERIALI E METODI

Per la strutturazione di questa revisione narrativa si è preso spunto in parte dalle linee guida proposte da PRISMA per le revisioni sistematiche.

Banche dati e strategie di ricerca

La ricerca è stata effettuata su “Medline”, “Cochrane Library”, “Pubmed”, “Pedro”,,, utilizzando la seguente stringa di ricerca: ACL AND (noncoper* OR coper*) . La ricerca è stata inoltre eseguita tramite termini chiave come “ACL” , “Coper” o “Non-coper” e MeSH term come “ACL[MeSH terms]” dal periodo compreso da luglio 2018 fino a maggio 2019. Una volta completata la lettura degli articoli full text è stata analizzata anche la bibliografia degli articoli inclusi, con lo scopo di individuare altri articoli pertinenti.

Criteri di eleggibilità degli studi

Nello studio sono stati inclusi tutti gli articoli presenti in lingua inglese, svolti sugli esseri umani e che presentano nel titolo o nell’abstract le seguenti parole: “ACL”, “coper”, “noncoper” o “non operative”.

Sono stati esclusi gli articoli che trattano esclusivamente di pazienti post intervento chirurgico e articoli dei quali non è stato possibile reperire abstract o full text.

Non è stato imposto nessun limite di tempo in merito all’anno di pubblicazione degli studi stessi.

Procedimento di analisi

L’identificazione degli articoli alla base della revisione narrativa è stata effettuata con lo scopo di rendere riproducibile la ricerca e per ottenere il maggior numero di informazioni possibili.

Dopo una prima selezione iniziale, sono stati eliminati i duplicati.

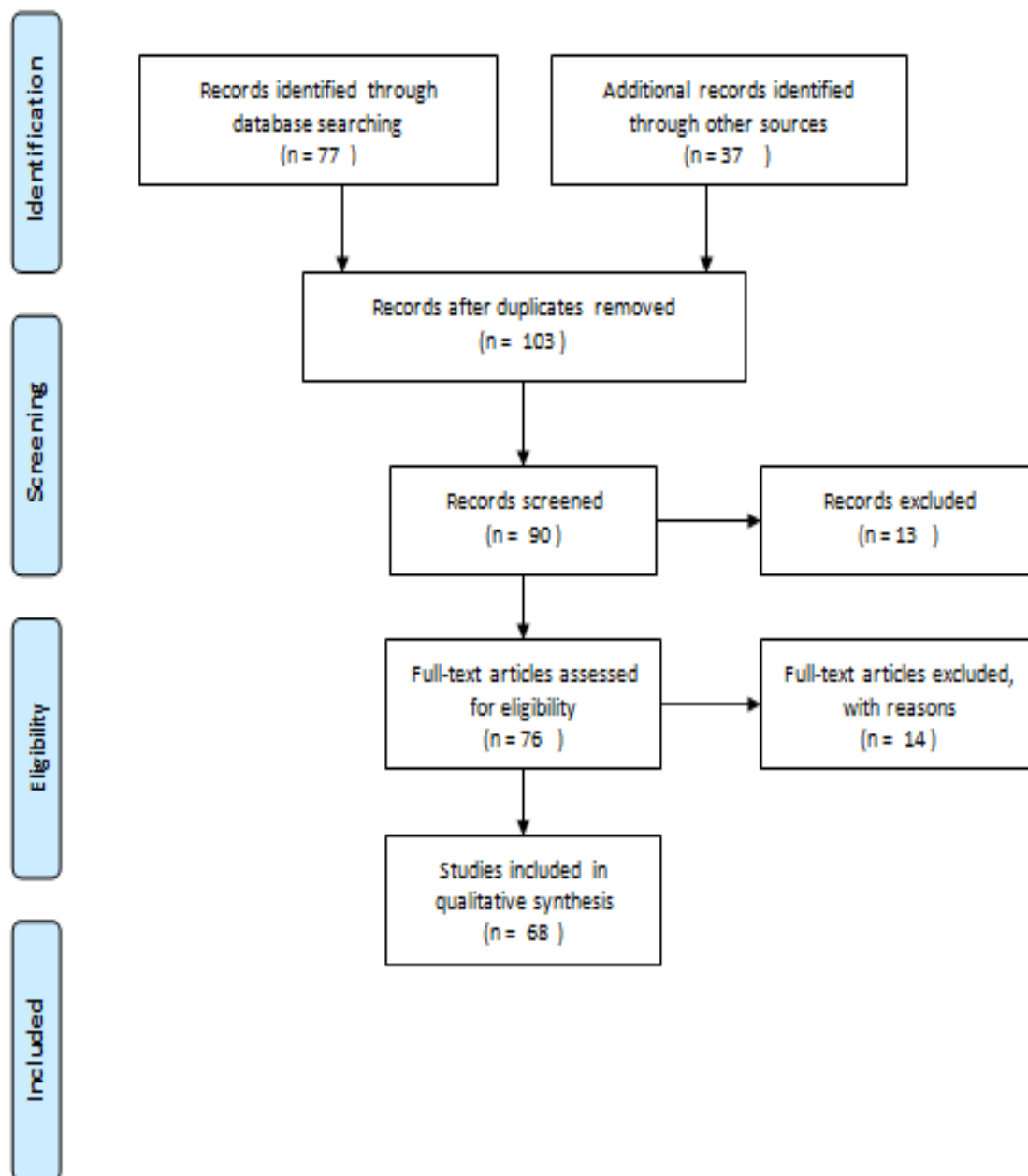
Attraverso la lettura degli abstract, in una prima fase sono stati esclusi gli articoli che non rispettavano i criteri di eleggibilità dello studio, dopodiché si è proseguito con l’analisi dei full-text.

Una volta ottenuto l’elenco definitivo degli articoli, i dati sono stati inseriti in tabelle, con lo scopo di ottenere una sintesi qualitativa-narrativa.

RISULTATI

TABELLE SINOTTICHE (*vedi appendice*)

Il numero totale di articoli reclutati è 114 : 77 articoli reclutati all'interno delle banche dati e 37 articoli sono stati aggiunti dalla bibliografia degli articoli inclusi nello studio. Sono stati eliminati 11 articoli perché duplicati, reclutando quindi infine 103 articoli. Da questi, 13 articoli giudicati non pertinenti dalla lettura del titolo e abstract, 14 non pertinenti a seguito della lettura full text, 7 perché non reperibili full text e 1 articolo perché in lingua straniera(tedesco); per un totale di 68 articoli inclusi nell'analisi qualitativa .



Gli articoli sono stati suddivisi in base agli argomenti trattati nei seguenti gruppi :

- 1) lassità
- 2) morfologia volume e forza muscolare
- 3) equilibrio
- 4) test funzionali :
 - 4.1 hop test
 - 4.2 step task
 - 4.3 forward lunge
- 5) cammino
- 6) controllo muscolare
- 7) aspetti psicologici
- 8) classificazioni coper e noncoper con outcome a lungo termine
 - 8.1 VARIABILI CONNESSE CON RITORNO ALL'ATTIVITA' SPORTIVA (RTS)
 - 8.2 MOTIVAZIONI ALLA BASE DEL RTS
 - 8.3 RTS DIFFERENZA COPER E NON COPER
 - 8.4 COPER: SINTOMI E PERCEZIONE SOGGETTIVA DEL PROPRIO GINOCCHIO, può essere considerato un successo ?
 - 8.5 SCREENING E RIABILITAZIONE

Di seguito sono stati presentati i risultati dei vari studi.

1. LASSITÀ

Gli articoli che hanno affrontato questa tematica sono 3 [27;33,54]: i primi due sono studi osservazionali, il terzo è un RCT.

Nell'articolo di Barrance, coper, noncoper e controllo, entro sei mesi dalla lesione, vengono diversificati in base ai criteri di “ ritorno ad attività sportiva” e punteggio nella “scala KOOS ADL”(maggiore o uguale a 80%): il confronto viene effettuato tramite lo strumento KT1000 per quanto riguarda la lassità antero-posteriore e con MRI in estensione di ginocchio in catena cinetica aperta da 0° di estensione a 30° di flessione, ma non si riscontrano differenze tra coper e noncoper, né in merito a lassità antero-posteriore né a riguardo del movimento sul piano sagittale.

Nel secondo articolo [33] vengono confrontati soggetti con lesione LCA, entro sei mesi dal trauma, che a seguito dell'applicazione dei criteri di screening di Fitzgerald risultano noncoper, con soggetti sani, tramite studio in risonanza magnetica con metodologia uguale alla precedente, e in cui risulta una maggiore traslazione antero-posteriore e rotazione esterna della tibia dei non coper rispetto ai sani .

Il terzo studio [54] è un RCT, svolto su coper, noncoper e sani, classificati in base al ritorno nell'attività sportiva dopo il trauma, con valutazione effettuata a 6 mesi dal trauma per i coper e a 2 mesi per i noncoper. Lo studio si occupa di studiare l'eventuale presenza di una correlazione tra lassità anteriore e scale funzionali: con il test KT2000, si è osservata una maggiore traslazione postero-anteriore della tibia nella gamba malata rispetto alla sana sia in coper che non coper, ma tra i due gruppi non vi è differenza. Nelle scale “Lysholm knee rating scale”, “KOOS”, “Global rating of knee function” i coper hanno punteggi statisticamente maggiori rispetto ai noncoper, mentre nella scala “IKDC” i due gruppi non mostrano differenze.

Negli studi citati, il confronto è stato effettuato tramite il test KT1000 e KT2000 ed è stato considerato positivo, per lesione al crociato anteriore, un cassetto maggiore di 3 mm.

2.MORFOLOGIA VOLUME E FORZA MUSCOLARE

2.1 Morfologia e volume muscolare

Gli studi inerenti la morfologia e al volume muscolare sono quattro [7;30;36;37].

L'unico studio relativo al tibiale anteriore [30], riscontra soltanto differenze nei noncoper, in cui vi è un maggiore volume del tibiale nella gamba infortunata rispetto alla sana. Il confronto è stato fatto tra coper, noncoper e sani, classificati secondo Fitzgerald, di livello sportivo I e II, a 6 mesi dal trauma attraverso l'utilizzo della risonanza magnetica.

Nello studio di Macleod [7] coper e noncoper, classificati secondo Fitzgerald, sono stati analizzati a 6 mesi dal trauma e attraverso l'utilizzo di una risonanza magnetica in merito al volume e sezione trasversa del

quadricipite, degli hamstring, e al rapporto tra il volume di quadricipite ed hamstring, e non sono state osservate differenze tra i due gruppi.

Nel terzo studio [36], i coper (ad 1 anno dalla lesione) e i noncoper (da 3 settimane a 6 mesi dalla lesione), soggetti attivi con più di 50 ore all'anno di sport e classificati secondo i criteri di Fitzgerald, sono stati confrontati tramite MRI: nell'arto leso dei noncoper vi sarebbe un volume del vasto laterale, gemello mediale, volume totale del quadricipite, ed un rapporto tra quadricipite e hamstring minore rispetto all'arto leso dei coper. Il vasto laterale sembrerebbe il muscolo più significativo per differenziare i coper dai noncoper : più precisamente in uno studio si evidenzia che nei coper il vasto laterale dell'arto leso abbia una dimensione ridotta dell' 8% rispetto alla gamba sana, mentre nell'arto sano dei noncoper risulterebbe si osserva un riduzione di sezione trasversa del 13% rispetto alla gamba sana [36].

Il quarto studio è stato effettuato solo nei non coper [37],: è stata riscontrata una forza del quadricipite, un volume e una sezione trasversa del vasto laterale , intermedio e volume totale del quadricipite minore nella gamba malata rispetto alla sana nei non coper e anche una minore attivazione del quadricipite sia nella gamba sana che in quella malata. Mancando il confronto con i coper, questo studio non ci è molto utile per discriminare i due gruppi.

2.2.Forza muscolare

La forza del quadricipite è stata valutata in 5 studi inclusi nella revisione [14;16;24;25;46] tramite la massima forza isometrica (MVIC) calcolata chiedendo al paziente di imprimere la massima forza possibile con il ginocchio e l'anca a 90 gradi di flessione, ad eccezione di tre studi [24][25][46] in cui il ginocchio era flesso a 60°, e nello studio di Houck [25] in cui il confronto è stato effettuato tra noncoper e sani.

In due stud è stata proposta un 'alternativa più dinamica di valutazione[14][16].

Nel primo articolo sono stati confrontati pazienti trattati conservativamente e chirurgicamente, sportivi di grado I e II, in cui la forza del quadricipite è stata calcolata con un dinamometro isocinetico da 90° di flessione di ginocchio fino all'estensione completa di 0° con velocità angolare di 60°/s. Nel secondo studio, nei potential coper e noncoper classificati secondo lo screening di Fitzgerald et al[49], di livello sportivo I e II, il picco di forza del quadricipite di coper e noncoper, viene calcolato per ogni angolo di flessione di ginocchio arrivando a riscontrare differenze maggiori tra i gruppi ad angoli minori di 40 gradi e maggiori di 60 gradi. Secondo gli autori oltre al picco di forza isometrica sarebbe da valutare anche il profilo della curva isocinetica del quadricipite per andare ad analizzare come cambia la forza espressa dai due gruppi al variare dell'angolo di flessione del ginocchio.

Negli studi sopracitati è stata riscontrata una maggiore forza nell'arto leso dei coper rispetto ai noncoper, ad eccezione dello studio di Houck [25] in cui il confronto è stato eseguito tra noncoper e sani ed ha evidenziato una minore forza isometrica del quadricipite dei noncoper rispetto ai sani.

3. EQUILIBRIO

Sono stati inclusi cinque articoli [6][10][28][38][39] che hanno analizzato l'equilibrio nei soggetti con lesione del LCA.

Nel primo articolo sono stati confrontati coper (a 18 mesi dalla lesione), noncoper (a 13 mesi dalla lesione) e sani, classificati in base ad episodi di cedimento, al ritorno all'attività sportiva e al punteggio nella scala KOOS(>80). L'oggetto di studio di questo articolo erano le oscillazioni del centro di pressione ad occhi aperti sia in appoggio monopodalico che bipodalico, e non sembrerebbero essere presenti differenze nei due gruppi.

Il secondo studio è molto meno specifico sull'argomento dell'equilibrio rispetto al precedente, ed effettua una misurazione angolare del ginocchio nei non-coper sportivi di alto livello, individuati tramite la classificazione di Fitzgerald, in appoggio monopodalico con perturbazione inaspettata, alla baseline, dopo 10 sedute di riabilitazione e dopo 6 mesi dalla ricostruzione chirurgica, viene individuata una differenza di genere nel posizionamento della tibia, che è più posteriore nelle donne, ma si annulla nell'ultimo follow-up, dopo aver completato la riabilitazione.

Il terzo studio confronta coper, noncoper e adapters, mediamente attivi dal punto di vista sportivo (da 1 a 7 ore di esercizio a settimana) classificati in base alla presenza o meno di episodi di cedimento e al ritorno all'attività sportiva, valutati ad 1 o 2 anni dalla lesione: vengono esaminati in appoggio bipodalico ad occhi aperti e perturbazione inaspettata, ed è stata riscontrata una differente attivazione muscolare nei gruppi esaminati, ossia nei coper vi è una maggiore attivazione degli hamstring, mentre i risultati nei noncoper sono stati troppo variabili e non sono stati analizzati nell'articolo.

Il quarto studio [38] confronta coper e noncoper, classificati secondo Fitzgerald e di livello sportivo I e II, a distanza di 3 mesi del trauma in merito ad appoggio monopodalico prima senza perturbazione e poi con perturbazione anticipata verbalmente su una pedana 1x1: viene valutato prima il mantenimento della posizione per 4 secondi senza che le gambe si tocchino e con ginocchio flesso di 90° e poi con perturbazione, ossia con un movimento della pedana di 5.8 cm in direzione anteriore a 40 cm/s dopo un segnale vocale; anche in questo caso la principale differenza è relativa all'attivazione muscolare tra i due gruppi.

Nello studio di Chmielewski [39] viene analizzata la posizione della tibia nei potential coper e noncoper, classificati secondo Fitzgerald entro 3 mesi dalla lesione. Sempre su una pedana, di 5.8 cm, senza che le due gambe si tocchino e a 90° di flessione di ginocchio, viene analizzato prima il mantenimento della posizione e poi con perturbazione, a seguito di segnale vocale e spostamento anteriore e posteriore di 5.8 cm per 40cm/s e poi laterale di 3 cm a 25 cm/s.

Dai test risulta che i noncoper hanno una maggiore flessione di ginocchio ed un posizionamento della tibia più posteriore rispetto ai coper in tutte le condizioni analizzate.

4. TEST FUNZIONALI / ATTIVITA' FUNZIONALI

4.1 Hop test

Per quanto riguarda i test funzionali, partendo dagli hop test, gli hop test sono stati inseriti nello screening dello studio di Fitzgerald [49], eseguito su pazienti sportivi di grado I e II, entro 1 a 4 settimane dopo la risoluzione degli impairments, vengono eseguiti single hop for distance, triple hop for distance, cross-over hop for distance, timed hop. Le differenze tra coper e noncoper vengono riscontrate solo nel “timed hop test”, ma il cut-off impostato per essere considerato coper sembra essere troppo basso, di conseguenza il test risulta poco sensibile nell'individuazione dei noncoper.

Gli articoli inclusi nello studio sono 6 [14;15;16;29;46;55], di cui cinque hanno cercato di analizzare nello specifico gli hop test, ed uno studio ha cercato di analizzare l'eventuale correlazione tra forza del quadricipite e hop test[16].

Nel primo studio[14] vengono confrontati soggetti trattati conservativamente e chirurgicamente (alla baseline, 59 giorni in media e dopo 10 sedute di riabilitazione), sportivi di livello I e II relativamente a quattro single hop test (Single-leg hop test for distance, triple cross-over hop test for distance, triple hop test for distance, six-meter timed hop test): i risultati sono migliori dopo un periodo di riabilitazione nei due gruppi ma non risulta nessuna differenza statisticamente significativa tra i due gruppi.

Il secondo studio, è uno studio prospettico,[15] con follow-up a 5 settimane dopo aver eseguito un trattamento riabilitativo, (divide coper e noncoper, sportivi di grado I e II in base punteggio maggiore 80% nella scala KOS-ADLS, nella Global Rating Numeric scale VAS maggiore o uguale a 60%, single-leg hop performance sul 6-meter timed hop test maggiore o uguale a 80%, al massimo un episodio di giving way dopo la lesione), tra i due gruppi le uniche differenze riscontrate sono in merito al punteggio nella scala KOOS-ADL e nei noncoper sembrerebbe esserci un miglioramento maggiore rispetto ai coper.

Nel terzo studio[29] viene esaminato solo il “single hop for distance” e vengono confrontati soggetti con lesione LCA e sani (baseline, cinque mesi, 12e poi a 36 mesi telefonicamente), ma non viene fatto riferimento al livello sportivo, e coper, noncoper e adapters vengono diversificati da 12 a 36 mesi dopo la lesione in base al loro ritorno all'attività sportiva precedente senza episodi di cedimento. Il risultato è che i noncoper saltano meno a lungo degli altri gruppi, ma a 150 giorni saltano di più dei coper. Tuttavia in questo studio parte (10 su 15) dei noncoper non ha eseguito il test e di conseguenza le conclusioni non sono statisticamente affidabili.

Nel quarto studio [46] vengono confrontati coper (1 anno dal trauma) e noncoper (8 mesi del trauma), diversificati secondo la classificazione di Fitzgerald [49], sportivi di livello I e II, inclusi anche i pazienti che sono andati incontro a meniscectomia, in merito ad un singolo salto, ossia un salto su una piattaforma e subito dopo la discesa, ma solo 4 su 10 noncoper eseguono il test, per cui i dati non sono sufficienti per un confronto.

Nel quinto studio [55] vengono analizzati solo i soggetti che sono stati trattati conservativamente, di livello sportivo I e II, inclusi anche i soggetti con lesioni meniscali non sintomatiche, valutati alla baseline e a distanza

di un anno dal trauma in merito a “hop for distance”, “crossover hop for distance”, “triple hop for distance”, “the 6-m timed hop” ed è stata riscontrata una correlazione tra punteggio alto nella scala IKDC 2000 ed il singolo “hop for distance” ma manca il confronto con i noncoper.

L'utilizzo della scala “IKDC2000” è poco utile per indagare la capacità funzionale dei pazienti perché fortemente influenzata dal parametro lassità che a sua volta non è connesso ad outcome funzionali, per questo i risultati ottenuti in questo studio vanno ridimensionati [27][33][39][54].

Per quanto riguarda lo studio di Eitzen et al [16], vengono considerati il single leg hop (OLH) test and the 6-meter timed hop (6MTH): vi è una moderata correlazione tra hop test e forza del quadricipite, ma analizzando i gruppi separatamente non vi è correlazione tra potential coper e performance negli hop test, mentre la correlazione è più significativa tra forza del quadricipite e 6MTH nei noncoper.

4.2 Step task

Coper e non coper sono stati confrontati anche sullo step task, e sono stati inclusi 5 studi in merito [24][25][35][40][47]. I primi due studi sono collegati: sono stati effettuati dagli stessi autori, prima confrontando coper, noncoper e sani e poi analizzando soltanto il movimento dei noncoper.

Nel primo studio viene riscontrata una differenza di attivazione muscolare tra coper, noncoper, e soggetti sani, classificati secondo Fitzgerald e ad almeno sei mesi dalla lesione in merito al confronto nel 45° “side step task” con associate perturbazioni anticipate e non anticipate attraverso un feedback visivo.

Nel secondo studio [25] vengono analizzati solo i noncoper, classificati secondo la classificazione di Fitzgerald, ad almeno 6 mesi della lesione nel 45° side-step-task ed è impostato come il precedente anche in questo caso emergono delle alterazioni di controllo motorio e attivazione muscolare dei non coper rispetto ai sani, che non variano però a seconda che la perturbazione sia o meno anticipata.

Nel terzo studio [35], con un'altezza dello step di 21 cm, vengono analizzati solo i noncoper considerati cronici a 5 mesi dalla lesione, rispetto al gruppo controllo: vengono individuati tramite un episodio di cedimento o un punteggio nel “Global rating of knee function” minore o uguale al 60%, ma non viene indicato il livello di attività sportiva e sono confrontati su a “step” e” 45° sidestep cut”, “step e 45° crossover cut”, “step e proceed straight” .

Nel quarto studio [40] l'altezza dello step è di 26 cm e sono confrontati coper, noncoper e controllo, individuati tramite la classificazione di Fitzgerald et al , entro 6 mesi dal trauma e confrontati in merito all'esecuzione del singolo step (una gamba sale sul gradino e l'altra sorpassa lo step e atterra sul pavimento).

Nello studio [47], l'altezza dello step è di 25 cm, e confronta coper, noncoper e controllo, classificati in merito agli episodi di cedimento (giving way), ritorno all'attività sportiva e “Global Rating of Knee Function” pari a 85% o più del controlaterale. Gli autori chiedono ai soggetti di appoggiare il piede, sorpassare lo step e atterrare con la gamba al di là dello step: i noncoper presentano rispetto ai coper una minore flessione di ginocchio quando la gamba colpita è sullo step.

Un ulteriore studio [63] ha confrontato coper, pazienti trattati chirurgicamente e sani in compiti come “stairs, ramps e cross-cutting” ed è stata riscontrata una maggiore attivazione muscolare nei coper, invece nei pazienti trattati chirurgicamente vi sarebbe un profilo elettromiografico più simile ai sani, tuttavia lo studio è difficilmente interpretabile in quanto le attività in cui vengono confrontati i tre gruppi non sono descritte esplicitamente e non viene indicato con quale modalità sono stati classificati i tre gruppi.

4.3 Forward lunge

È stato trovato un solo studio in merito [42]: confronta coper, noncoper e sani. Coper e non coper vengono classificati in base al ritorno all'attività sportiva e media di punteggio della Lysholm e Tegner scale di 85.5 e 6.25 e testati entro 34 mesi dalla lesione. I noncoper avevano una media di 74 nella Lysholm e 3.8 nella Tegner e venivano testati a 51 mesi da trauma. Coper e noncoper sembrano differenziarsi anche in merito a questo compito funzionale.

5. CAMMINO

Sul cammino sono stati inclusi 14 articoli, tra cui anche una revisione sistematica della letteratura[4], e uno studio condotto su un modello computerizzato [1].

Ordinando i 12 articoli in ordine cronologico, possiamo dire che riguardo alla fase da baseline fino a 6 mesi sono stati individuati 5 articoli[3;19;23;29;43].

Uno studio [3] sul consumo metabolico che confronta coper e noncoper, classificati dopo un periodo di fisioterapia, in base a ritorno all'attività sportiva o episodi di giving way, non sembra rilevare nessuna differenza in merito a consumo di ossigeno e frequenza cardiaca tra coper e noncoper.

L'articolo di Button [19] confronta coper e non coper, includendo anche lesioni meniscali e associate, classificati in base a giving way e ritorno ad attività sportiva, indaga la cinematica articolare e la velocità del passo: nei noncoper vi è minore dorsiflessione nella fase di “heel strike”, maggiore flessione di ginocchio, minore angolo di escursione dell'anca e minore velocità, cadenza e lunghezza del passo.

Lo studio di Hurd[23] invece confronta solo gamba sana e malata dei noncoper, classificati secondo Fitzgerald: riscontra una minore flessione di ginocchio, maggiore cocontrazione muscolare di quadricipite ed ischiocrurali, “stiffness strategy” e maggiore reclutamento di caviglia

Un altro studio di Button [29], oltre che confrontare coper, noncoper e adapter in merito a hop for distance valuta anche velocità e lunghezza del passo nei tre gruppi, e risulta che in tutti e tre i gruppi vi sia una diminuzione di questi parametri, e con recupero più veloce da parte dei coper entro 40 giorni dal trauma.

Lo studio di Chmielewski [43] confronta coper e controllo, classificati secondo Fitzgerald, ed evidenzia una tendenza da parte dei coper a caricare meno la gamba affetta e a piegare meno il ginocchio nella camminata ma anche nella corsa.

Sembrerebbe che nel breve periodo di tempo (0-6 mesi) sia difficile diversificare coper da noncoper dalla semplice deambulazione.

Dilatando l'ottica di osservazione da 7 mesi a 55 mesi gli studi esaminati sono stati 8[11;13;17;41;44;45;47;63], in ordine cronologico possiamo esaminarli come segue.

Lo studio di Alkjær [13](dopo 6 mesi), valuta la cinematica articolare e il carico sulle articolazioni di coper, non coper e controllo, classificati secondo Fitzgerald, risulterebbe un minore momento estensorio dei noncoper e una minore flessione di ginocchio con una tendenza a caricare meno l'arto inferiore con lesione LCA.

Lo studio di Di Stasi et al.[11](a 7 mesi), svolto sui noncoper, individuati tramite le screening di Fitzgerald, sugli sportivi di livello I e II dopo aver effettuato un periodo di riabilitazione, sia nelle donne che negli uomini viene riscontrato una diminuzione della flessione di ginocchio e di anca con minore momento estensorio a livello di anca e ginocchio, minore nelle donne; tuttavia dopo il trattamento permane solo un ridotto momento estensorio a livello del ginocchio sia nelle donne che negli uomini.

Lo studio di Rudolph [45] (a 1 anno) su coper, noncoper e controllo, diversificati secondo Fitzgerald et al, riscontra differenze tra coper e noncoper in merito a flessione di ginocchio, momento di forza al ginocchio nel picco di flessione, differenza nell'attivazione muscolare, nei noncoper maggiore del gastrocnemio mediale e nei coper invece precoce attivazione del lateral hamstring come anche del vasto laterale, con simili alterazioni anche nella corsa.

In un altro studio di Rudolph [47] (1 anno), che confronta coper, noncoper e controllo, classificati in merito a giving way , ritorno all'attività sportiva e Global Rating of Knee Function pari a 85% o più del controlaterale; le differenze tra gruppi sono state riscontrate in una minore forza di accettazione del carico nei non-coper, minore momento estensorio di ginocchio nei noncoper, minore flessione di ginocchio, alterazioni che si ripresentano nella corsa.

Lo studio di Ciccotti[63] (a 30 mesi) confronta coper, sani e pazienti trattati chirurgicamente: nei coper risulterebbe una maggiore attivazione muscolare di hamstring e vasto laterale rispetto a noncoper e sani, ed invece una maggiore attivazione del tibiale anteriore è stata riscontrata sia nei coper che nei soggetti trattati chirurgicamente rispetto ai sani.

Lo studio di Lindström [17](12-240 mesi) si focalizza sui coper cronici, di livello sportivo medio, classificati come coper semplicemente perché hanno ripreso la loro attività sportiva e non hanno percepito nessun episodio di cedimento, confrontandoli con i sani; il campione è molto ridotto e non si riscontrano nessun tipo di differenze con i sani se non nell'attivazione del tibiale anteriore che si attiva prima e più a lungo e nel gastrocnemio laterale.

Lo studio di Boerboom [44] (39 mesi coper e 22 mesi non coper) confronta coper e noncoper, classificati secondo il ritorno all'attività sportiva e la scala IKDC, differenze riscontrate in una maggiore estensione di ginocchio nei noncoper rispetto ai coper, e un'addizionale attivazione degli hamstring nei coper rispetto ai noncoper e controllo.

In un ulteriore studio di Alkjaer [41] (55 mesi dal trauma) confronta sani con coper, noncoper e controllo, classificati in base alla percezione di giving way, Lysholm score e ritorno al livello di attività sportiva precedente, differenze tra coper e noncoper si riscontrano in merito a flessione di ginocchio nella prima metà del passo (coper maggiore flessione rispetto ai noncoper), momento estensorio a livello dell'anca nei coper maggiore rispetto ai noncoper.

6. CONTROLLO MOTORIO

Sono stati ritrovati quattro studi [26][28][34][38] che hanno cercato di analizzare questo aspetto.

Nel primo studio, quello di Melnyk [26], coper e noncoper sono stati paragonati in merito alla latenza del riflesso da stiramento degli hamstring in appoggio bipodale con ginocchio flesso a 30 gradi. Nello studio di Courtney [28] coper e noncoper (ma i risultati in merito ai noncoper sono stati eliminati perché eccessivamente variabili) sono stati analizzati in appoggio monopodale ad occhi aperti con perturbazione inaspettata. In un ulteriore studio di Courtney [34] nei coper e noncoper vengono analizzati i potenziali evocati ed effettuati test propriocettivi. Nello studio di Chmielewski [38] solo i noncoper in monoappoggio su una pedana prima senza perturbazione e poi con perturbazione ma con avviso verbale.

7. ASPETTO PSICOLOGICO

Un solo articolo prospettico ha analizzato l'aspetto psicologico [9]. Coper e noncoper, di livello sportivo 1 e 2 sono stati classificati secondo la classificazione di Fitzgerald et al. e valutati alla baseline, 6 mesi dopo il trattamento riabilitativo o chirurgico e dopo 12 mesi. I parametri analizzati sono stati: forza del quadricipite, questionari di autovalutazione come KOOS, "Global Rating Of Knee Function" (VAS), "Tampa scale of kinesiophobia" (TSK). Alla baseline i noncoper presentano punteggi più bassi di TSK rispetto ai coper, ma non ci sono differenze a 6 e 12 mesi tra i due gruppi. In entrambi i gruppi il punteggio di TSK diminuisce nel tempo sia a 6 che 12 mesi. Confrontando i punteggi prima del trattamento e dopo 6 mesi i noncoper migliorano di più rispetto ai coper. Confrontando TSK con gli altri parametri in studio, emerge una correlazione negativa con la scala KOOS.

8 .BATTERIE DI TEST PER CLASSIFICAZIONE DEI DUE GRUPPI / OUTCOME A LUNGO

Su questo argomento sono stati inclusi 19 articoli. Tra questi articoli vi sono 2 revisioni sistematiche[12][53]. La prima sulla classificazione coper, noncoper e adapter, in cui sembrerebbe che le principali differenze tra coper e noncoper siano relative al giving way, al ritorno all'attività sportiva, al cammino, e alla scala KOOS. La seconda, invece, studia quali siano i fattori collegati ad una ricostruzione chirurgica, dalla quale risulta che gli unici fattori probabilmente determinanti, ma per i quali ci sono ancora posizioni contrastanti, sono l'età e il livello di attività sportiva precedente al trauma, ed in più la forma più sferica dei condili femorali, che sembrerebbe avere maggiore influenza rispetto agli altri parametri.

Nove sono invece studi prospettici [18][48][50][51][52][56][57][58][61][67].

Il primo studio, quello di Moksnes [18] includeva coper e noncoper classificati secondo Fitzgerald e di grado sportivo 1 e 2, che venivano valutati entro 6 mesi dal trauma e poi ad un anno. Tra i due gruppi le uniche differenze riscontrate riguardano il punteggio nella scala KOOS-ADL, in accordo con lo studio prospettico svolto sugli hop test, presentato prima[15].

Il secondo studio effettuato da Fitzgerald et al [48], è una proposta di trattamento conservativo a seguito di individuazione dei potential coper da 1 a 4 settimane dalla lesione, secondo sempre i parametri dello screening.

Il terzo studio [50], sempre su pazienti con lesione LCA, effettuato su sportivi di livello 1 e 2 , afferma che le variabili connesse con probabilità di successo a due anni sono un punteggio alto nella KOOS-ADL, un LSI nel single hop test del 90%, un'età adulta ed il sesso femminile.

Il quarto articolo [51] indaga le variabili che più influenzano gli outcome a 5 anni di pazienti, escludendo gli sportivi di alto livello, trattati con chirurgia o con trattamento conservativo più opzione ritardata di intervento chirurgico, le variabili che sembrano più collegate ad outcome migliori sembrano essere: assenza di lesioni cartilaginee o meniscali al baseline con assenza di deficit di estensione di 10 °, non aver eseguito altri interventi chirurgici o aver rotto l'innesto, alti punteggi nelle scale MCS della scala SF-36 o nella scala KOOS.

GH articoli di Frobell[52]e Grindem [61] confrontano sempre trattamento chirurgico precoce e seguente riabilitazione con riabilitazione precoce con opzione tardiva di trattamento chirurgico e non nota differenza in merito a KOOS SF.-36 e Tegner activity scale.

Lo studio di Grindem[56] valuta le differenze di ritorno all'attività sportiva ad alti livelli, a distanza di un anno tra trattamento conservativo e chirurgico non sembrerebbero esserci differenze. I fattori più influenti sembrerebbero età, preferenza personale del paziente per la chirurgia, scala KOOS-ADL, IKDC, e performance negli hop test.

Lo studio di Kostogiannis [57] che valuta la correlazione della valutazione soggettiva del ginocchio del paziente con gli outcome funzionali: a follow-up lunghi emerge una diminuzione dei punteggi nelle scala

KOOS-ADL, Tegner scale, Lysholm score, IKDC, nonostante il gruppo trattato conservativamente presenti punteggi più elevati.

L'articolo di Fink [58] cerca capire se il ritorno all'attività sportiva di alto livello sia una variabile da considerare per diversificare trattamento riabilitativo o chirurgico: da questo studio emerge che il trattamento chirurgico permette di più rispetto all'approccio conservativo di tornare ad alti livelli sportivi con anche meno eventi avversi. Concorde con lo studio precedente anche lo studio [59], che va ad indagare le motivazioni dietro questa scelta e evidenzia la percezione soggettiva di instabilità del ginocchio del paziente e la paura di avere ulteriori futuri danni.

Lo studio di Roessler [60] confronta trattamento conservativo con opzione di chirurgia ritardata e trattamento chirurgico precoce cercando di analizzare le motivazioni legate al ritorno all'attività sportiva ed eventuale ruolo prognostico: le motivazioni connesse con successo, divertimento e benessere, sembrano essere correlate con punteggi nella scala KOOS, mentre il valore SF-36 è influenzato solo dal suo stesso punteggio al baseline.

Uno studio prospettico molto interessante ha analizzato i sintomi dei coper a distanza di 4 anni, il sintomo maggiormente lamentato non è il dolore né il gonfiore, ma è la sensazione di cedimento e instabilità che sembra connessa con il livello di attività sportiva. Gli stessi pazienti affermano di non sentire più il ginocchio stabile come prima e di evitare appositamente di fare alcuni movimenti.

Lo studio di Thoma [67] indaga la validità della classificazione Fitzgerald a distanza di 5 settimane di training neuromuscolare e a 2 anni di follow-up, riscontrando una correlazione tra coper alla baseline e la probabilità di successo, a distanza di due anni, rispetto ai noncoper trattati conservativamente o ai noncoper trattati chirurgicamente.

Un cross-sectional study di Hurd [20], sempre su coper e noncoper ad alto livello sportivo (classificati secondo Fitzgerald), ha indagato le variabili connesse ad età, sesso e meccanismo traumatico e correlazione con outcome a sei mesi: più si è giovani (dai 5 ai 44 anni), donne e con trauma non da contatto, e più si ha una maggiore probabilità di diventare noncoper.

Per finire è presente un clinical trial, ossia la classificazione di Fitzgerald et al [49], che viene poi adottata nella maggior parte degli studi per diversificare già dall'inizio le due categorie coper e noncoper (di livello sportivo 1 e 2 da 1 a 4 settimane dalla lesione). Anche in questo caso le principali differenze tra i due gruppi riguardano la KOOS ADL e la Global Knee Function, e il timed hop test.

DISCUSSIONE – sintesi dei risultati

Lo scopo di questa revisione narrativa della letteratura è stato quello di tentare di individuare le principali differenze tra coper e noncoper a seguito di una lesione LCA.

1. LASSITA'

Tre articoli si occupano della lassità: due non trovano differenze tra i due gruppi [27;54] uno invece, non risulta utile per paragonare coper e noncoper, in quanto confronta solo noncoper con soggetti sani, e in questo caso risulta ovviamente una maggiore lassità dei noncoper, come nel caso di un altro articolo incluso nella revisione [33].

In maniera indiretta, ossia come parametro incluso nello screening iniziale degli studi incentrati sulla differenziazione coper e noncoper, la lassità è un parametro presente in molti altri studi della revisione [12-18-26-40-45-48-49-52-53-56-58], e nel confronto tra coper e noncoper tutti gli studi giungono alla medesima conclusione: coper e noncoper non si differenziano in merito alla lassità postero – anteriore di tibia, di conseguenza la stabilità funzionale del ginocchio non dipende dal solo semplice concetto di stabilità meccanica[27][33][39].

In aggiunta la lassità meccanica non è correlata ad alcun outcome funzionale, come la “Lysholm knee rating scale”, la “KOOS”, o il “Global rating of knee function”, per cui una maggiore lassità non implica una maggiore limitazione nelle attività ricreative o di vita quotidiana[54].

Per le precedenti motivazioni, scale come l'IKDC, influenzate molto dal parametro della lassità e dal fenomeno del “giving way”, non sono utili nel riuscire a rappresentare in maniera realistica la funzionalità dei soggetti con lesione LCA[54].

2.MORFOLOGIA / FORZA E CONTROLLO MUSCOLARE

2.1 Morfologia e volume muscolare

I risultati di questi quattro [7;30;36;37] studi sono contrastanti, di conseguenza questo dato non sembra fornire informazioni utili per diversificare coper e noncoper. L'unico articolo che evidenzia una differenza tra i due gruppi è quello di Williams[36] valuta i pazienti non alla stessa distanza dal trauma, cioè i noncoper da 3 settimane a 6 mesi dal trauma ed i coper invece a distanza di un anno, di conseguenza le differenze potrebbero semplicemente essere una conseguenza del fisiologico decorso del quadro clinico.

Analizzando i muscoli della gamba sembrerebbe che il volume del tibiale anteriore e del soleo sia simile tra i due gruppi, ma che nei noncoper vi sia una sezione maggiore del tibiale anteriore nella gamba lesa rispetto a quella sana[3][29].

2.2. Forza muscolare

Dagli articoli inclusi nella revisione [14;16;24;46], la forza del quadricipite sembrerebbe un parametro di diversificazione tra coper e noncoper. Questa variabile, come la lassità, si ritrova costantemente anche in altri articoli inclusi in questo studio, come parametro iniziale di screening tra i due gruppi e con la medesima conclusione[24][28] [31][34][37][40][42][44][45][46][48][49].

Di conseguenza la forza del quadricipite è un dato da tenere in considerazione per orientarci nella discriminazione dei due gruppi e, diversamente dal parametro lassità, sembrerebbe essere correlata agli outcome funzionali [67], come ad esempio la performance nel cammino, in cui si correla con il “knee extensor moment”, ossia la forza del quadricipite. e con il “peak knee flexion” ossia il picco di flessione del ginocchio durante il ciclo del passo [40][47].

3. EQUILIBRIO

Una lesione a livello del LCA comporta anche alterazioni di equilibrio [6]. Lo scarso equilibrio potrebbe essere dovuto alla perdita di alcuni meccanocettori periferici presenti nel LCA o nella capsula articolare [6] oppure ad alterazioni su più sistemi di riferimento, con interessamento anche del sistema nervoso centrale [26][28]. Una precisazione sulla valutazione dell'equilibrio di questi soggetti è stata fatta da Hurd et al. [20] che considera anche l'età al momento del trauma, dato che sembrerebbe influire sull'equilibrio, perché con l'aumentare dell'età, il “joint position sense” risulterebbe ridotto [20], anche nei soggetti sani.

Su questo argomento, sono stati pubblicati cinque articoli [6][10][28][38][39], tuttavia ogni articolo si concentra su aspetti diversi riguardanti l'equilibrio, con impostazione totalmente differente, quindi sebbene vi siano elementi che diversificano coper e noncoper, tale impostazione ci permette solo di trarre informazioni qualitative.

Dal punto di vista della performance in task di equilibrio sembrerebbe che coper e noncoper si differenzino già in compiti bipodalici. Per quanto riguarda l'appoggio monopodalico, gli articoli [38] e [39] analizzano la stessa performance ma da due punti di vista differenti, artrocinematico e elettromiografico, e unendo i due studi sembrerebbe che: nei noncoper indipendentemente dal task inaspettato o meno, vi sia una maggiore flessione di ginocchio con conseguente maggiore spostamento posteriore della tibia, una minore attivazione del quadricipite

ed una maggiore attivazione del tibiale anteriore rispetto ai coper, il che fa emergere una scarsa strategia di adattamento motorio con lo spostamento delle strategie di compenso dal ginocchio alla caviglia [38].

Durante lo stesso movimento, nei noncoper emerge anche una difficoltà nel sincronizzare il reclutamento degli hamstring: il reclutamento del vasto laterale prima del gruppo hamstring laterale potrebbe essere una causa alla base della rotazione interna tibiale e dell'instabilità [38].

4. TEST FUNZIONALI

4.1 Hop test

Aggiungere alla valutazione di screening alcuni test funzionali sembrerebbe utile per diversificare meglio i pazienti che potrebbero avere beneficio da un trattamento conservativo da quelli che invece necessitano di un trattamento chirurgico[13]. Considerando gli hop test, un'asimmetria del 15% tra gamba sana e gamba lesa indicherebbe una minore forza del quadricipite e una maggiore difficoltà nei compiti di “pivot” nelle attività della vita quotidiana[68].

Questa affermazione apparentemente lineare e chiara, nasconde dietro di sé numerose opinioni controverse in merito alla capacità di questo test di riuscire a rappresentare in maniera veritiera la capacità funzionale del paziente. Solo in uno studio si afferma che tra i vari hop test, l'“hop for distance”, sembrerebbe il test più affidabile e correlato a outcome funzionali: alti punteggi in questo test sembrerebbero essere predittivi a distanza di un anno a punteggi sopra il 30-50 percentile nella scala IKDC 2000.[55]; tuttavia questa, scala essendo fortemente influenzata dal parametro lassità, non ci aiuta a rappresentare la capacità funzionale del paziente di conseguenza le conclusioni di questo studio vanno ridimensionate.

Non sembra esserci correlazione tra forza del quadricipite o degli hamstring e performance negli hop test[15][46]: un paziente apparentemente debole potrebbe essere in grado di eseguire il test e viceversa, mentre un paziente muscolarmente forte potrebbe anche non essere in grado di eseguire il test o di ottenere un punteggio alto.

Da un punto di vista più specifico, le principali differenze nell'esecuzione di un salto tra coper e noncoper sono le seguenti[46]: nei coper vi è una minore flessione di anca e di ginocchio rispetto al gruppo controllo, con un maggiore contributo della caviglia per garantire la stabilità; in questo studio ci sono pochi noncoper (4 su 10), che decidono di effettuare il test e presentano una minore flessione di ginocchio, un minore momento estensorio a livello del quadricipite e una minore forza di reazione al suolo rispetto a coper e controllo, con un maggiore contributo e reclutamento dell'anca per mantenere la stabilità rispetto ai coper ma non rispetto ai sani.

In alcuni studi vi è una parte dei pazienti che non riesce ad effettuare il test nel gruppo dei noncoper[29][31][46], nonostante non siano presenti differenze a livello di lassità o forza del quadricipite tra i noncoper che eseguono il test e quelli che non lo portano a termine[46]: ciò sottolinea ancora una volta che la

stabilità dinamica del ginocchio è legata ad aspetti che vanno oltre la semplice stabilità meccanica del ginocchio ed è quindi fondamentale valutare questi pazienti in un'ottica più globale.

Un altro punto interrogativo in merito al hop test, risiede anche sulla validità a distanza di tempo, sebbene nessuno dei due gruppi sia in grado di raggiungere i livelli del gruppo controllo nei follow-up a lungo termine[29], i noncoper che alla baseline hanno un punteggio più basso rispetto agli altri gruppi, presentano a distanza di 150 giorni un punteggio più alto dei coper nel **“hop for distance[29]** probabilmente perché il gruppo dei non coper è formato da atleti più allenati sulla performance del salto: questa è un'analisi effettuata a posteriori dagli autori dell'articolo, hanno notato che i non coper che hanno ottenuto un punteggio più alto nel hop for distance erano quelli che al baseline avevano un livello di attività sportiva più alto, quindi si spiegano così questo risultato oppure con una maggiore coscienza dei coper dei limiti del proprio ginocchio (i gruppi sono omogenei, ma gli autori spiegano che probabilmente la differenza è dovuta al fatto che: 1) i coper prima della lesione effettuavano attività sportive non correlate al salto come avviene nel gruppo non coper e 2) hanno maggiore coscienza dei limiti del proprio ginocchio)].

Ciò introduce l'importanza e le difficoltà legate a quando effettuare lo screening, posticipare la fase di screening potrebbe permetterci di avere versione più reale della funzionalità dei pazienti [13].

Avendo anche nei noncoper soggetti sportivi, un'altra criticità, è nell'individuazione del cutoff [49] di questo test per considerare la performance più o meno positiva: normalmente è stimato del 80% ma la media del punteggio dei coper in questo studio è 95% mentre nei non coper 85% per questo potrebbe essere utile aumentare il cutoff del punteggio per migliorare la probabilità di differenziare coper da noncoper.

In sintesi, vi sono ancora i numerosi interrogativi in merito agli hop test, perché non tutti gli studi utilizzano la stessa tipologia di hop test e molto spesso mancano dati che permettono di effettuare un confronto tra i due gruppi, per questo conclusioni definitive non possono ancora essere tratte e anche questo dato sembrerebbe poco sensibile nel diversificare i due gruppi.

Analizzando globalmente gli articoli sembrerebbe che gli hop test da soli non siano sufficienti per essere utilizzati come parametro utile per una valutazione funzionale e globale del paziente[46] perché non sembrerebbe esserci correlazione con la forza muscolare [15][45], né tanto meno risultano in grado di diversificare i due gruppi a distanza di tempo [15;18], né sembrerebbero essere utili come parametro cut-off per il ritorno all'attività sportiva[14][15][18][29][32][46].

Visto che in alcuni studi alcuni pazienti non avevano effettuato il test, per ovviare a questa difficoltà, sono state proposte delle alternative: lo step [24][25][35][46] e il “forward lunge”, o affondo anteriore [42].

4.2 Step task

Sebbene siano stati individuati solo 5 studi [24][25][35][40][47] e di metodologia completamente differente, in questo task sono state riscontrate delle differenze soprattutto in merito all'attivazione muscolare tra coper e noncoper.

Nei noncoper viene confermata una minore flessione di ginocchio sia nello step, che nel side step che nel crossover step[24][25][35][40], con un maggiore utilizzo degli estensori di anca rispetto a quelli di ginocchio e un ridotto utilizzo degli abduttori di anca rispetto ai soggetti sani[35]. Nei coper prevale una maggiore attivazione di vasto laterale e hamstring mediale, invece nei non coper prevale un'attivazione di hamstring laterale e mediale[24].

Risulta che nei noncoper vi sia una scarsa capacità di modulare la risposta alle varie perturbazioni o aggiustamenti posturali, indipendentemente dal fatto che il task motorio sia anticipato o meno, nei noncoper permane una ridotta flessione di ginocchio ed una diminuzione del momento estensorio a livello del ginocchio, segno di una scarsa variabilità nella risposta di adattamento neuromuscolare[25], con una tendenza a caricare meno il peso sul ginocchio[25]

Questo compenso secondo gli autori comporterebbe alterazioni anche a livello del tronco e di conseguenza sull'equilibrio con la necessità di valutare non solo il distretto del ginocchio ma anche i distretti prossimali e distali, secondo la teoria dell'interdipendenza regionale [35].

La fase più impegnativa dello step è il passaggio da "step-up" a "step-down" [40] ed è qui che emergono le principali alterazioni: l'anca ed il ginocchio dei coper e dei noncoper rimangono più flessi rispetto al gruppo controllo: questo meccanismo potrebbe rendere più semplice il reclutamento degli hamstring permettendo maggiore stabilità. Il vasto laterale risulta essere meno attivo nei noncoper, supportando sempre l'ipotesi di spostamento del controllo del movimento dal ginocchio all'anca, quindi un maggiore reclutamento dell'anca attraverso l'attivazione degli hamstring. In appoggio con l'arto leso sullo step nei noncoper il ginocchio rimane più flesso, determinando un maggiore reclutamento del quadricipite. Nel contatto al suolo i soggetti con lesione LCA tendono a contattare il suolo con l'avampiede: i noncoper lo fanno sia con l'arto sano sia con quello leso, mentre i coper lo fanno solo quando sono in discesa in appoggio sulla gamba sana. Questo dimostra come per entrambi i gruppi la parte più difficile di questo task motorio sia quando l'arto leso è in appoggio sullo step.

Alcuni autori affermano che le donne tendono a raggiungere la piattaforma sempre con l'avampiede, sia nei coper che noncoper ma il numero del campione è molto piccolo per trarre conclusioni rilevanti[40].

4.3 Forward lunge

Per quanto concerne il forward lunge, lo studio di Alkjaer[42] ha dimostrato che le due popolazioni di coper e noncoper possono essere differenziate anche in questo compito funzionale. È stato scelto questo task motorio perché nell'affondo anteriore l'appoggio è su una sola gamba e vi è l'insieme di una fase concentrica ed eccentrica che simula quello che accade nel salto. I noncoper eseguono l'affondo anteriore molto più lentamente rispetto a coper e controllo, i coper, invece, sono più lenti del gruppo controllo nella fase di discesa ma simili al gruppo controllo in salita, probabilmente per maggiore cocontrazione muscolare tra quadricipite e hamstring. Il fatto che in entrambi i gruppi vi sia maggiore tempo di esecuzione della fase di flessione potrebbe essere una conseguenza di una strategia di difesa e stabilità per fronteggiare episodi di giving way. Le fasi più critiche di questo esercizio sembrano essere il primo 25% del movimento e l'ultimo 25% di movimento, in quanto la contrazione del quadricipite potrebbe comportare una traslazione anteriore a livello della tibia. Tuttavia le principali differenze per quanto riguarda i momenti di forza, si notano non nella prima fase del movimento ma nell'ultimo 25 % di movimento: nei noncoper vi è un minore momento estensorio rispetto ai coper, e una maggiore attivazione del vasto mediale nei coper e nel controllo rispetto ai noncoper. I noncoper inoltre tendono anche a caricare meno sull'arto malato, infatti la forza di reazione al suolo è minore nei noncoper rispetto ai coper e controllo.

5. CAMMINO

Analizzando tutti i 14 articoli si può concludere che le differenze tra i due gruppi sembrerebbero più evidenti a partire dai 6 mesi in poi. L'unico studio che non sembrerebbe in accordo con questa interpretazione cronologica è lo studio di Button [29], che oltre agli hop test indaga anche la velocità e la lunghezza del passo in coper, noncoper e controllo. In riferimento a queste due variabili, velocità e lunghezza, questo studio afferma che i coper sembrano recuperare più in fretta rispetto ai noncoper, entro 40 giorni dal trauma.

La conclusione di questa revisione sembrerebbe in accordo sia con l'articolo [2] dal punto di vista dall'analisi cinematica e di attivazione muscolare, sia con la revisione sistematica [4] per quanto riguarda l'aspetto temporale.

La cosiddetta "stiffness strategy" [23;25;38] sembrerebbe presentarsi a distanza di più di sei mesi dal trauma. Il cammino dei noncoper è stato sintetizzato dallo studio di Rudolph et al [45] con l'espressione "reduced knee flexion moment" in quanto il segno distintivo tra i due gruppi sarebbe un alterato equilibrio di coattivazione tra quadricipite e hamstring e non semplicemente una minore attivazione del quadricipite, definita da alcuni studi come "quadriceps avoidance strategy" [23][41][45]: non si può parlare semplicemente di "quadriceps

avoidance strategy”[23][41][40] , perché nei noncoper, in realtà, non è stata individuata una minore attivazione del quadricipite tra gamba sana e malata, ma vi è un alterato equilibrio di coattivazione tra quadricipite e hamstring. Questa tendenza a mantenere il ginocchio più esteso e con adattamenti meno modulabili in risposta alle esigenze funzionali, secondo alcuni autori potrebbe comportare a lungo termine un maggiore rischio di danni articolari al ginocchio [59], mentre secondo altri queste cocontrazioni sono da considerare positive per tutelare il carico sul ginocchio [23].

Analizzando più nel dettaglio dal punto di vista artrocinematico e di attivazione muscolare, nella prima metà del ciclo del passo i noncoper hanno una minore flessione di ginocchio[41], solo in uno studio la flessione del ginocchio risulta aumentata nei noncoper al momento del contatto con il suolo[19] , rispetto a coper e controllo. Per quanto riguarda l’attivazione muscolare, nei noncoper risulta un minore momento estensorio [4][13][41] al livello del ginocchio rispetto ai coper e al controllo: il vasto laterale si attiva dopo e raggiunge un minore picco di forza rispetto ai coper, il gruppo laterale degli hamstring [4] si attiva in ritardo, ossia dopo il contatto al suolo, mentre nei coper e nei controllo vi è invece un’attivazione precoce[34].

In riferimento a questo ultimo dettaglio sul ciclo del passo e focalizzando l’attenzione sui non coper, in alcuni studi emerge che, l’attività muscolare degli hamstring risulta ridotta ma prolungata: ciò determinerebbe la tendenza dei noncoper a spostare la strategia di controllo dal ginocchio alle articolazioni vicine, per cui si parla di “strategia di anca”[11][17] o “strategia di caviglia” [23][38]. Sempre relativamente all’attivazione degli hamstring ed in accordo con alterazioni del cammino a lungo termine, è stato identificato un altro studio che afferma che una minore attivazione del quadricipite rispetto agli hamstring nei noncoper sembrerebbe legata soprattutto ad una fase acuta post-lesione dell’LCA mentre un’alterazione a carico degli hamstring sembrerebbe più connessa ad episodi di cedimento e presente quindi anche a distanza dal trauma[4].

Per quanto riguarda gli altri gruppi muscolari, emerge anche una maggiore attivazione del gastrocnemio [4] degli hamstring [63] e del soleo [63] nei noncoper, non in accordo però con un’altra gait analysis,[41], effettuata su coper e noncoper cronici, che non riscontra nessuna differenza dal punto di vista elettromiografico nell’attivazione di vasto mediale, vasto laterale, semitendinoso, bicipite femorale e gastrocnemio laterale e mediale tra i due gruppi.

Secondo Snyder et al [54,]in uno studio svolto tra coper cronici e soggetti trattati chirurgicamente, questa maggiore attivazione muscolare dei coper , valutata elettromiograficamente, riguarderebbe vasto laterale, hamstring, soleo, e tibiale anteriore sia durante il cammino che nella corsa [54]: l’attivazione del vasto laterale servirebbe per limitare la rotazione interna tibiale, il bicipite femorale contrasterebbe la traslazione anteriore di tibia causata dal quadricipite e il meccanismo di pivot, mentre l’aumento dell’attività del tibiale anteriore determinerebbe un’inversione della tibio-tarsica nella fase finale del passo con conseguente rotazione esterna di

tibia, meccanismo protettivo per la mancanza del LCA. Il soleo attivo maggiormente durante la fase di “middle stance” indicherebbe che questo gruppo mantiene l'estensione di ginocchio lasciando la tibia posteriormente per evitare forze di taglio dovute dalla flessione di ginocchio.

Riguardo al cammino, in sintesi, i parametri su cui si concentra la differenza tra i due gruppi sono tre: flessione di ginocchio, momento estensorio (quadricipite) e flessorio (hamstring) a livello del ginocchio, e cocontrazione muscolare tra quadricipite e hamstring. I vari parametri analizzati sono molto interconnessi tra loro: vi è correlazione tra picco di flessione del ginocchio e momento estensorio al ginocchio, coattivazione di vasto laterale e bicipite femorale e grado funzionale del paziente coper/noncoper[41][40]. Nei coper vi è una strategia di adattamento vincente nel cammino perché a gradi di flessione di ginocchio maggiori corrisponde sia un maggiore picco di forza del momento estensorio sia una maggiore attivazione degli hamstring[41]. Nei noncoper di conseguenza una ridotta flessione del ginocchio comporterebbe un minore momento estensorio ossia una minore attività del quadricipite[41], probabilmente meccanismo di compenso effettuato per evitare una traslazione anteriore della tibia[41].

Oltre ai parametri articolari e di attivazione muscolare in merito a velocità del passo e cadenza è stata notata una minore lunghezza del passo, minore cadenza e velocità nei noncoper rispetto ai coper [19] ; se confrontati in fase acuta in entrambi i gruppi risulta ridotta in rapporto ai sani [29]. Nella corsa le alterazioni sono simili, con riduzione della velocità e della lunghezza del passo sia in coper che noncoper e minore flessione di ginocchio nei noncoper[29].

Dal punto di vista del dispendio energetico nei soggetti con lesione LCA vi è rispetto ai sani un maggiore dispendio di ossigeno ed una maggiore frequenza cardiaca, sia nel cammino su piano, che in salita che in discesa: si ipotizza che questa differenza sia largamente da considerare nella riabilitazione e da imputare ad un maggiore dispendio energetico da parte dei soggetti con lesione LCA di far fronte alle perturbazioni [3].

Un'altra variabile interessante da tenere in considerazione è il sesso. Sembrerebbe che nei noncoper le donne costituiscano un sottogruppo a parte e diverso dagli uomini[10][11]: nel cammino presentano un minore reclutamento del ginocchio e maggiore escursione articolare a livello dell'anca. Queste alterazioni migliorano dopo il trattamento riabilitativo ed in entrambi i sessi permane esclusivamente un ridotto momento estensorio a livello del ginocchio. Secondo alcuni studi nelle donne ci sarebbero delle alterazioni del cammino come ridotti angoli di flessione di anca e ginocchio e minore momento di forza angolare al ginocchio con una minore escursione del ginocchio e maggiore escursione anca durante la fase di accettazione del passo rispetto alla loro gamba sana e alle gambe dei pazienti maschi [11]. Secondo gli autori le donne rappresenterebbero di più la categoria specifica dei noncoper e potrebbero beneficiare maggiormente di un trattamento conservativo,

propriocezionale pre-operatorio per recuperare le asimmetrie del cammino [13]. Risulta fondamentale quindi individuare questo sottogruppo di noncoper perché permetterebbe di iniziare un percorso riabilitativo più incisivo impostato sia su un training propriocezionale [10][38] che su un rinforzo del quadricipite con conseguente miglioramento del pattern di cammino nei noncoper a distanza di 6 mesi [62].

Nei coper cronici invece tra sesso maschile e femminile non risultano differenze articolari né tanto meno di attivazione muscolare, ma le principali differenze sono relative alla lunghezza del passo e alla durata della fase di appoggio: la prima rispettivamente maggiore nelle femmine e la seconda nei maschi[17].

6. CONTROLLO MOTORIO

La variabile costante tra i task analizzati, test funzionali , equilibrio e cammino, è una diversa strategia motoria di attivazione e controllo muscolare messa in atto nei due gruppi,

Questo ultimo aspetto è stato punto di partenza di studi basati sull'analisi dell'eventuale partecipazione del sistema nervoso centrale nella gestione della stabilità dinamica del ginocchio, considerandolo come ipotetica chiave per capire i meccanismi alla base dei diversi quadri clinici legati alla lesione LCA.

Sono stati inclusi nella revisione 4 studi su questo argomento.

Studi a livello periferico, hanno analizzato il riflesso da stiramento degli hamstring con lo scopo di capire se fosse correlato o meno al sintomo “giving way” [26]. Il riflesso da stiramento degli hamstring sembrerebbe essere fortemente influenzato dall'integrità del legamento crociato anteriore [26][32] ma risulterebbe costituito da un riflesso monosinaptico degli hamstring “short latency response” (SLR) e da un riflesso polisintattico “medium latency response” (MLR) mediato dal gruppo I di fibre afferenti, provenienti quindi dal sistema nervoso centrale [28]. Più precisamente sembrerebbe che nei soggetti con lesione del LCA vi sarebbe un'alterazione della fase dell'“intermediate reflex response” [38] fase in cui partecipano alla modulazione dell'attivazione muscolare sia cervelletto che tronco encefalico, a livello quindi delle cosiddette “vie discendenti”. Questa conclusione è concorde con quella dello studio di Melnyk et Al. [26]che rileva una differenza tra gamba sana e gamba malata e tra noncoper rispetto a coper nel riflesso polisintattico “medium latency response” (MLR) mediato dal gruppo I di fibre afferenti, provenienti quindi dal sistema nervoso centrale [28]. Secondo gli autori, non essendoci differenze di lassità tra i due gruppi, il fenomeno del giving way non sarebbe da correlare all' instabilità meccanica o lassità bensì proprio all'alterazione di questo riflesso polisintattico. Gli stessi autori quindi ipotizzano un'eventuale modifica e partecipazione anche del sistema nervoso centrale nei meccanismi di adattamento dei coper [26](vedi figura 1[32]).

Il passo avanti è stato effettuato negli studi di Courtney et Al [26][34] in cui sono stati analizzati propriocezione e potenziali evocati: in tutti i pazienti con lesione LCA risulterebbe un'alterazione della propriocezione rispetto ai sani, ma solo nei coper anche un'alterazione dei potenziali evocati (P27), secondo gli autori questo dato potrebbe essere manifestazione della riorganizzazione corticale dei coper come meccanismo adattivo e quindi aspetto che potrebbe aiutarci ad avere un'ulteriore spiegazione della differenza alla base dei

due gruppi. Questa conclusione va ancora studiata ed approfondita data la scarsa numerosità campionaria e l'assenza di dati elettromiografici sui noncoper che non hanno eseguito il test per scarsa forza a livello del quadricipite [28].

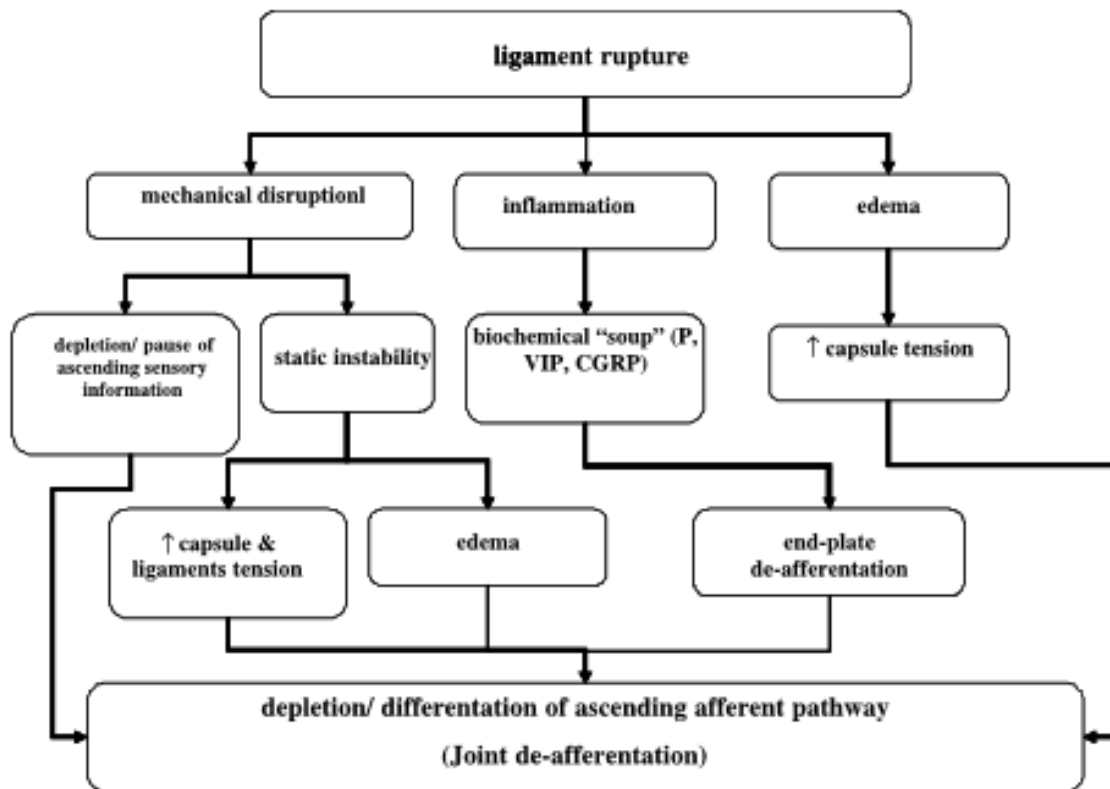


Figure 1 Joint de-afferentation.

Figura 1 [32]

Alla base di questi studi vi sono metodiche differenti di analisi e di selezione del campione, quello che emerge globalmente però, è un 'alterazione sia a livello di sistema nervoso periferico che centrale nei soggetti con lesione LCA e interessanti differenze tra coper e noncoper.

La metodologia e il parametro di confronto completamente differenti negli studi, come anche la perdita di alcuni dati relativi ai noncoper non permette di dedurre informazioni conclusive certe.

7 .ASPETTO PSICOLOGICO

Un ulteriore aspetto, molto influente ma tuttavia poco studiato è la componente psicologica: come ogni trauma anche l'aspetto psicologico è fondamentale da valutare, nel periodo post-lesione LCA; la chinesiofobia nei soggetti con lesione LCA diventa così elevata da essere confrontabile con il "low back pain cronico" [9]. È stato identificato un solo studio specifico in merito [9], mentre negli altri, questa componente, viene solo citata narrativamente. Button afferma che alla base della minore flessione di ginocchio nei noncoper potrebbe esserci il timore di avvertire un cedimento [19]. nNello studio di Rudolph [46] confrontando coper e noncoper in merito al salto, solo 4 noncoper su 10 decidono di saltare, gli autori non trovano nessuna differenza in merito a lassità o forza muscolare tra noncoper che eseguono il test e quelli che decidono di non farlo e quindi ipotizzano che sia proprio la paura a fermarli. In un case report[2] una giocatrice di calcio professionista dopo intervento chirurgico per lesione LCA e a seguito di un programma riabilitativo, afferma che i primi tempi aveva ancora molta paura di infortunarsi. In tre studi [49][59][62] la paura di farsi di nuovo male[49], di avere danni in futuro [59] o di avere di nuovo un cedimento [62]sono alcune delle motivazioni dei pazienti alla base della scelta dell'intervento chirurgico.

Essendo stato trovato un solo studio specifico in merito non si possono trarre delle conclusioni generalizzabili ma interessante è la correlazione che gli autori riscontrano tra "Tampa scale of kinesiofobia" (TSK)," e "KOOS-ADL": bassi punteggi nella TSK sarebbero correlati con alti punteggi nella KOOS-ADL, sembrerebbe che migliorando la stabilità dinamica nel paziente con lesione LCA migliori anche la sua fiducia e gestione del ginocchio nelle attività di vita quotidiana.

8 .BATTERIE DI TEST PER CLASSIFICAZIONE DEI DUE GRUPPI / OUTCOME A LUNGO

Numerosi articoli sono stati ritrovati in merito a questo argomento, globalmente si può affermare che una delle classificazioni più utilizzate è quella di Fitzgerald et al.[49][Figura 2] in cui l'obiettivo dello studio è quello di riuscire a diversificare i pazienti che possono beneficiare di un trattamento conservativo rispetto a quello chirurgico: vi è una fase preliminare, con dei criteri da rispettare per essere arruolati (dolore, gonfiore, full ROM, capacità di saltare su un solo arto, 1 a 4 settimane dalla lesione) e poi la fase di screening (Global rating of knee function, >60% per i coper, non più di un episodio di cedimento, KOS-ADL, >80 % per i coper e hop test cronometrato dell'80% o più).

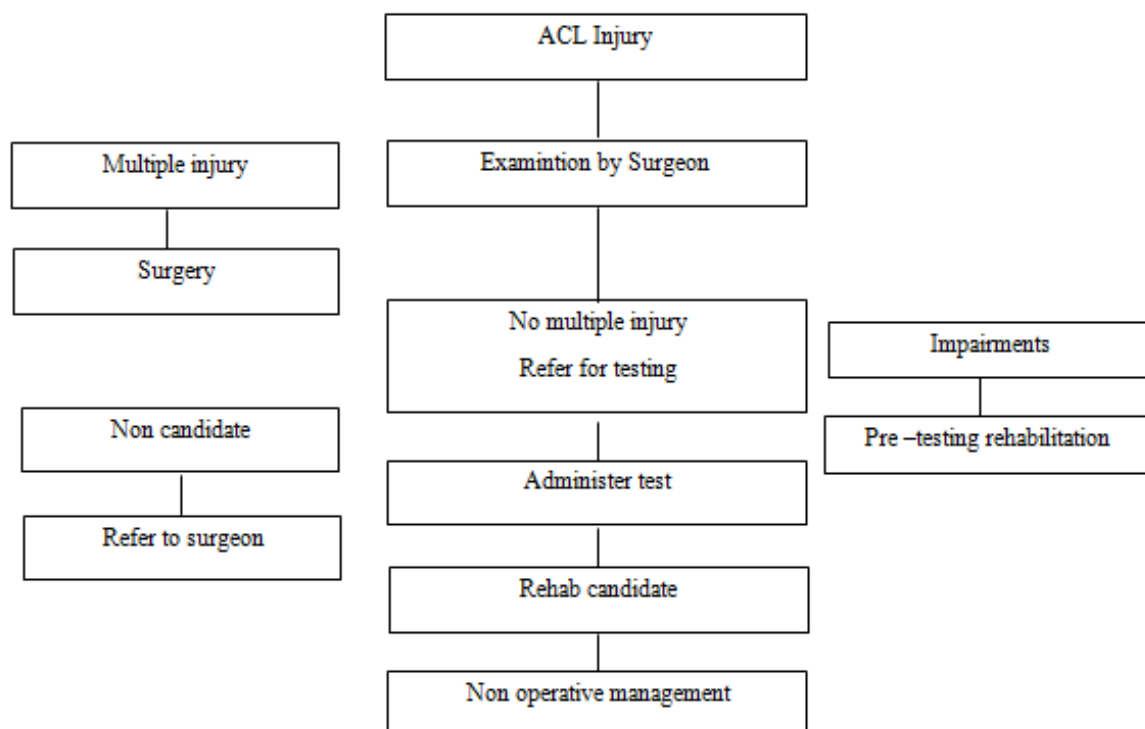


FIGURA 2 patient selection algorithm for non operative treatment

Solo il 42 % dei pazienti è stato destinato ad un trattamento conservativo e di questi solo il 30 % è stato in grado di tornare ai livelli sportivi. Secondo gli autori questo screening aiuterebbe a diversificare con più efficacia rispetto alla semplice preferenza personale dei pazienti tuttavia dà informazioni solo in merito al breve termine ed è destinato solo ad una limitata cerchia di pazienti che rispettano i criteri dello studio.

Contrario alla validità di questa classificazione è lo studio condotto da Moksnes et Al [18] che dimostra che lo screening non ha nessun valore predittivo a distanza di un anno. Questa conclusione deriva dal fatto che le due categorie coper e noncoper si interpongono l'una con l'altra: ad un anno solo il 60% dei potential coper diventa coper, mentre il 70 % dei potential non coper diventa coper. In questo studio non è presente la valutazione della forza del quadricipite per assenza di un macchinario per la valutazione. Gli autori affermano che i criteri di classificazione hanno un'accuratezza prognostica simile a quella della classificazione casuale. L'aspetto interessante di questo studio è che vengono seguiti a distanza di un anno non solo coper ma anche noncoper mentre nello studio di Fitzgerald[49] non vi è accenno sul destino dei noncoper ad un anno. Nel presente studio i coper hanno ottenuto punteggi maggiori nel KOS ADLS e IKDC 2000 ma non negli hop test rispetto ai noncoper, questo mette in dubbio ancora una volta l'utilizzo degli hop test come test prognostico per il ritorno allo sport e il concetto di ritorno allo sport stesso da considerare o meno come criterio di successo per la presenza degli adapters [18].

Nonostante la criticità di questo screening, aggiungere dei test funzionali sembrerebbe più efficace del solo livello di attività o numero di giving way per dividere i pazienti in chi ha una buona probabilità di continuare il trattamento conservativo e chi necessita di un intervento chirurgico [13] e tuttavia le criticità di questa classificazione, sono individuate dagli stessi autori e risiedono proprio nella sua validità a lungo termine.

Molti studi sono stati effettuati con lo scopo di individuare quali possano essere i fattori che ci permettano di individuare i coper non solo a breve termine ma che rimangono tali anche a distanza di anni.

Secondo uno studio [67], una volta che si è riusciti a diversificare i due gruppi, si potrebbero fare le seguenti speculazioni sul lungo termine: i potential coper hanno 2,3 volte più probabilità di avere successo a due anni rispetto ai noncoper ricostruiti chirurgicamente. I soggetti con ricostruzione chirurgica e i potential coper trattati conservativamente hanno 2,7 volte più probabilità di avere successo rispetto ai noncoper con ricostruzione chirurgica. I noncoper trattati conservativamente hanno 0,5 volte la probabilità di successo rispetto ai noncoper operati, ma questo dato è poco affidabile perché pochi noncoper in questo studio scelgono il trattamento conservativo [67].

È anche vero che le variabili in gioco sono tante e molti studi hanno cercato di capire quali fossero quelle più correlate ad outcome migliori a lungo termine. Dividendo gli articoli inclusi nella revisione, il loro contenuto, può essere analizzato come segue.

8.1 VARIABILI CONNESSE CON RTS

Uno studio, con follow up a due anni, ha rivelato che ci sono delle variabili che presenti al baseline e confrontate dopo 5 settimane di riabilitazione, renderebbero più probabile il successo a due anni di follow-up [50]: età più avanzata, sesso femminile, un punteggio alto nella KOOS-ADLS e avere un LSI nel single hop test del 90%.

Un altro studio ha cercato di confrontare il trattamento riabilitativo con il trattamento chirurgico precoce associato a fisioterapia [51]: gli individui trattati con solo il trattamento conservativo hanno riportato 10 punti in più nella scala KOOS relativamente ai sintomi rispetto ai pazienti che hanno subito ricostruzione chirurgica precoce più esercizio.

I fattori che determinano secondo questo studio, una peggiore prognosi a distanza di 5 anni sono legati a tre sfere, “*injury related*” (lesioni cartilaginee al baseline, danni meniscali e deficit di estensione > 10 gradi), “*treatment related factor*” (intervento chirurgico non connesso con LCA, aver rotto l’innesto o il legamento LCA controlaterale, il numero di trattamenti eseguiti, ed il tipo di trattamento eseguito, l’intervento chirurgico prima delle 10 settimane) e “*patients reported outcome*”: (SF-36, Mental component scores (MCS) KOOS). Particolare risulta essere il caso di soggetti con lesioni meniscali associate: presentano più dolore alla baseline, e se trattati con chirurgia precoce avrebbero 14 punti in meno sulla scala KOOS rispetto all’approccio conservativo e chirurgia tardiva, in cui addirittura presentano 14 punti in più rispetto a chi non ha una lesione meniscale. Questo secondo gli autori si spiega perché probabilmente andare ad intervenire su un ginocchio già così sofferente, aggiungerebbe un eccessivo stress sull’articolazione.

Simile è lo studio di Hurd [20] che indaga l’età, il sesso ed il meccanismo traumatico: sembrerebbero andare ad influire sulla capacità di sviluppare una stabilità dinamica. In pazienti giovani adulti si avrebbe una maggiore probabilità di diventare noncoper, come anche nelle donne che hanno subito una lesione a livello del LCA a seguito di un trauma non da contatto[2][20][61].

Secondo un’altra revisione sistematica invece il genere e le caratteristiche fisiche del paziente non sembrerebbero influenzare la scelta verso l’approccio chirurgico, ipotizzando invece un’eventuale influenza della forma sferica dei condili femorali [53] su un maggiore rischio di andare incontro a chirurgia.

Un altro studio prospettico afferma che alcuni fattori che sembrano far propendere per un trattamento chirurgico sono instabilità dinamica, età giovane[56], il livello di attività sportiva precedente[59] la preferenza del paziente per la chirurgia[56]: i pazienti con un livello di attività di 8-9 secondo la “Tegner scale” scelgono sia una ricostruzione precoce che tardiva invece di un trattamento conservativo, questo accade meno nei soggetti con livello sportivo 4-6 [59], alla base vi sarebbero anche l’esperienza soggettiva dell’instabilità del ginocchio e la paura di avere futuri danno al ginocchio [59].

Un altro studio prospettico afferma che alcuni fattori che sembrano far propendere per un trattamento chirurgico sono instabilità dinamica, età giovane[56], il livello di attività sportiva precedente[59] la preferenza del paziente per la chirurgia[56]: i pazienti con un livello di attività di 8-9 secondo la “Tegner scale” scelgono sia una ricostruzione precoce che tardiva invece di un trattamento conservativo, questo accade meno nei soggetti con livello sportivo 4-6[59], alla base vi sarebbero anche l’esperienza soggettiva dell’instabilità del ginocchio e la paura di avere futuri danno al ginocchio[59].

8.2 MOTIVAZIONI ALLA BASE DEL RTS

Sono state analizzate anche le motivazioni alla base del ritorno all’attività sportiva per capire cosa potrebbe spronare o meno i pazienti al rientro [59]:le motivazione da scegliere erano tra successo, salute, integrazione sociale e benessere/divertimento. La maggior parte dei pazienti propende per successo e benessere/divertimento [59].

Con follow up a due anni è stata individuata una correlazione tra” KOOS-pain” e “divertimento e benessere” e tra “KOOS-function in sport and recreational activities” e “successo e benessere” [60]; queste motivazioni però non influenzano i valori di SF36. Dall’analisi di questi risultati secondo gli autori le motivazioni che pesano di più sull’eventuale ritorno all’attività sportiva sono dolore, livello di attività prima del trauma e anche lo stato di benessere mentale [60].

8.3 RTS DIFFERENZA COPER E NON COPER

Valutando effettivamente il ritorno all’attività sportiva in ordine temporale da follow up più breve follow up più lungo si deduce che con follow up ad 1 anno con confronto tra coper e noncoper per il ritorno all’attività sportiva di livello I e II non vi è nessuna differenza tra i due gruppi e vi è un minore ritorno all’attività sportiva nello sport di livello I sia per coper che noncoper ma i pazienti trattati conservativamente hanno punteggi migliori in merito a hop test, KOS-ADLS, e IKDC 2000[56].

Con follow up a 4 anni [62] Per la partecipazione attività sportiva: solo 14% dei non operati è stato capace di tornare e continuare lo stesso livello di attività sportiva, 43% sta ancora facendo lo stesso sport ma con limitazioni e con meno aggressività. 32% sono tornati ad effettuare un’attività diversa e meno stressante.

Follow up a 5 anni, confrontando la due stesse tipologie di trattamento, in merito a “patient-reported outcome” (KOOS, SF36, Tegner activity scale), RX e danni meniscali associati, non sono state riscontrate differenze nei due gruppi, a parte dal punto di vista dell’instabilità meccanica[52].

Analizzando lunghi follow up da 10 a 13 anni e confrontando i pazienti trattati conservativamente e chirurgicamente senza differenze in merito a attività sportiva, sesso o età al baseline, emerge che il gruppo trattato con chirurgia ha outcome migliori in merito a: valutazione soggettiva del ginocchio, funzionalità, ritorno al livello di attività sportiva prima della lesione, meno sintomi legati al ginocchio nelle attività di vita quotidiana e occupazionali[58]

Con follow up ancora più lunghi, fino a 15 anni[57] la conclusione è molto meno positiva: si è visto che nei pazienti trattati conservativamente vi è una riduzione del livello sportivo di almeno un livello con recupero a distanza di 3 anni. I punteggi dei questionari soggettivi “Lysholm score” sono in aumento nei 1 e 3 anni ma in diminuzione a 15 anni con la maggior parte dei pazienti che mantiene un buon punteggio ed una minima parte che invece ha difficoltà anche nella vita quotidiana. Lo stesso andamento segue il “Global knee function” (VAS), IKDC e KOOS, con punteggi minori negli sport da contatto rispetto a quelli non da contatto. Lo studio di Grindem[61] arriva alla stessa conclusione ossia non vi sono differenze tra gruppo trattato conservativamente e gruppo trattato con chirurgia dal punto di vista di forza muscolare, KOOS, ritorno all’attività sportiva: è da notare che però i due gruppi a confronto sono totalmente diversi in quanto nel gruppo noncoper, ossia destinato a chirurgia, la media di età è più giovane come anche il livello sportivo più alto; di conseguenza anche se il ritorno all’attività sportiva è lo stesso, nel gruppo trattato con chirurgia vi è un ritorno a livelli di sport I e nel gruppo trattato conservativamente a livelli sportivi III [62], la frequenza di attività sportiva è uguale per entrambi i gruppi e pari a due volte a settimana[62].

Particolare è uno studio di Shleton [66] sul dilemma legato al trattamento degli atleti che si infortunano all’inizio della stagione: 31/44 sarebbero in grado di terminare la stagione sportiva senza intervento chirurgico, come riportato anche in un altro case report [2] e 19/31 indossando una ginocchiera. A termine della stagione tutti questi 19 vanno incontro però a ricostruzione chirurgica e la maggior parte di loro ha avuto episodi di cedimento anche con la ginocchiera. Da questo studio emerge che l’utilizzo di un tutore potrebbe essere una via per accelerare il ritorno all’attività sportiva ma il fatto che il paziente possa sperimentare cedimenti anche con la ginocchiera potrebbe esporlo a maggior rischio di danni articolari o meniscali. Un caso simile è quello presentato in un case report [2] di una giocatrice di calcio professionista che dopo aver subito una lesione al LCA, ha effettuato quattro settimane di riabilitazione e ripreso a giocare per l’intera stagione. A distanza di 6 mesi però, a seguito di una distorsione ha subito una lesione a livello del menisco mediale e conseguente intervento chirurgico.

8.4 COPER: SINTOMI E PERCEZIONE SOGGETTIVA DEL PROPRIO GINOCCHIO, può essere considerato un successo ?

Interessante è andare ad indagare quello che accade quando i pazienti definiti coper ritornano ad effettuare sport, quindi i sintomi lamentati dai pazienti definiti “coper”. Nei pazienti con trattamento conservativo e follow up a lungo termine di 4 anni[62], il principale sintomo lamentato è il giving way, la maggior parte soffrono di giving way solo quando eseguono un pivot sulla gamba malata, la restante parte ha giving way sia durante un pivot sia in decelerazione sulla gamba colpita. È stata riscontrata correlazione tra attività sportiva e giving way: più il paziente è attivo e maggiore è la probabilità di incorrere in un giving way. Alcuni pazienti subiscono anche mistrust, soprattutto nelle rotazioni. Tuttavia anche nei pazienti che sono andati incontro a ricostruzione vi sono fenomeni di giving way e mistrust, questo gruppo però esegue sport ad alti livelli e i sintomi ostacolano il loro ritorno all’attività sportiva.

Il dolore non è il principale sintomo lamentato dai pazienti. 46% non hanno nessun tipo di dolore in ogni circostanza; 36% ha leggero discomfort associato ad attività stressanti e talvolta connesso con giving way, 18% ha un generalizzato dolore al ginocchio nelle attività di vita quotidiana.

Neanche il gonfiore è stato il principale problema lamentato dai pazienti: 68% non hanno gonfiore, 21% gonfiore occasionale; 14% gonfiore medio frequente, nei pazienti con gonfiore intermittente è connesso con episodi di giving way. Anche nei pazienti trattati chirurgicamente, questo studio ha evidenziato la presenza di gonfiore con associato giving way.

Importante considerare che l’11% dei pazienti ha manifestato giving way durante le attività di vita quotidiana, 57% ha manifestato instabilità durante lo sport e che molti pazienti riferiscono di essere cauti in alcune delle loro manovre in particolare in quelle rotazionali per paura di avere un cedimento e riferiscono anche che la sensazione del pivot shift è simile a quella che hanno avvertito durante il trauma [23]. Ciò sottolinea l’importanza della valutazione psicologica del paziente.

Per quanto riguarda la valutazione soggettiva del ginocchio da parte dei pazienti: solo 3 pazienti (11 %) sentono il ginocchio stabile come prima della lesione; 20 pazienti (50%) sentono che il ginocchio non ha recuperato completamente ma tutto sommato lavora bene e accettano la loro disabilità, 5 pazienti avvertono che la funzione del proprio ginocchio è molto bassa e anche i 12 pazienti operati rientrano in questa categoria. Solo 17(42.5%) pazienti avvertono che il loro ginocchio è stabile.

8.5 SCREENING E RIABILITAZIONE

La maggior parte degli studi sembra essere concorde nell'affermare che sia importante posticipare lo screening [20] a dopo un periodo di fisioterapia, di almeno 5 settimane [27][32]. Anche il trattamento chirurgico [13][15][67]: non andrebbe effettuato troppo precocemente perché comporterebbe un maggiore rischio di andare incontro a più episodi di giving way [13], le raccomandazioni oscillano da 2,4 a 7,9 mesi [13], un lasso di tempo molto variabile che denota ancora una scarsa unanimità su questo parametro.

Il miglioramento dopo la riabilitazione è stato visto sia in coper che noncoper[18][67], con una scarsa percentuale di abbandono del trattamento, per entrambi i gruppi pari al 4%[15].

Particolare è uno studio condotto da Di Stasi sui i noncoper trattati prima conservativamente poi con intervento chirurgico: non appare nessun tipo di cambiamento nelle strategie di adattamento in monoappoggio confrontate al periodo pre e post-chirurgia sebbene questi pazienti abbiano effettuato un training di forza o training di forza abbinato a training neuromuscolare[10]; in questo studio inoltre emerge un comportamento differente nel sesso femminile che tende a mantenere più posteriore la posizione della tibia rispetto ai maschi, anche in questo caso la numerosità campionaria è troppo bassa per poter trarre conclusioni rilevanti.[10]

Il trattamento migliore sembrerebbe quello centrato su training e rinforzo del quadricipite, approccio risultato più efficace del solo rinforzo muscolare[26]. Secondo l'autore di questo studio l'utilizzo di un training propriocettivo[23][25][55] servirebbe per avere un maggiore effetto a livello somato-sensoriale con diminuzione dell'AMI, "arthogenic muscle inhibition" a livello del quadricipite[25] e contemporaneamente un migliore e più funzionale reclutamento a livello di questo muscolo [25].

I noncoper che hanno effettuato un training propriocettivo (perturbation training) [23;49] in aggiunta ad una riabilitazione standard (rinforzo muscolare), hanno una maggiore probabilità di diventare coper a distanza di tempo: ottengono maggiori punteggi nel "Lysholm knee rating scale", maggiore probabilità di ritornare al livello di attività sportiva prima della lesione e riduzione del rischio di giving way, con miglioramento anche dello schema del passo[12].

La scelta finale tra trattamento conservativo e chirurgico rappresenta una sfida e si correla a molte variabili. Quelle più indagate e rilevanti sembrano essere l'età del paziente[13][15], le sue preferenze [56] il sesso ed il meccanismo traumatico[20], il tipo e il livello di sport effettuato[12][13] e dall'interesse del paziente nel modificare il proprio grado di attività soprattutto ad alti livelli. Con una giovane età [13][15] il trattamento chirurgico sembra essere ancora il trattamento più raccomandato.

Non essendoci differenze in merito a lesioni associate o outcome peggiori tra pazienti che hanno subito eseguito un intervento chirurgico e pazienti che sono prima stati trattati conservativamente e poi con intervento chirurgico tardivo, il rischio di sviluppare OA sembrerebbe presente in tutti i soggetti con lesione LCA che riprendono elevati livelli di attività sportiva, indipendentemente dalla tipologia di approccio chirurgico o

conservativo[12]; anche se conclusioni nette in merito non sono ancora state tratte, si potrebbe giustificare così, il preferire un primo tentativo di approccio conservativo nella gestione di una lesione LCA[8][12][20][50].

In sintesi, gli articoli analizzati in questa categoria studiano diverse variabili, e globalmente si può affermare che potrebbe essere utile, anche se a livello generale, per classificare un paziente come coper o noncoper prendere in considerazione età, sesso, e nella raccolta anamnestica anche livello sportivo, preferenze soggettive del paziente, meccanismo traumatico, scala KOOS, Global Rating of Knee Function (VAS), MCS di SF-36: un paziente con giovane età (5-44 anni), con alto livello sportivo I o II, con una preferenza soggettiva per la chirurgia e bassi livelli di scala KOOS, VAS e MCS, potrebbe essere classificato come noncoper[12][13][15][20][56][58][62].

In merito a differenze di genere non vi è ancora una visione univoca[20][50] e vi sono ancora pochi studi sull'argomento.

Particolare è il caso di pazienti con alto livello sportivo che si infortunano all'inizio della stagione competitiva, per i quali l'unico studio trovato in merito consiglia per proseguire la stagione, l'utilizzo di una ginocchiera con associato trattamento conservativo e rimandato trattamento chirurgico [66]. Anche in un case-report [2] è stato riportato il caso di una giocatrice di calcio professionista che dopo aver subito una lesione al LCA, ha effettuato quattro settimane di riabilitazione e ripreso a giocare per l'intera stagione. A distanza di 6 mesi però, a seguito di una distorsione, ha subito una lesione a livello del menisco mediale e conseguente intervento chirurgico[48].

In questi articoli emerge una propensione verso un'analisi più globale del paziente, risultano molto affidabili ed utilizzati i questionari di valutazione soggettiva: la scala KOOS [2;6;9;12;18;50;51;54;56;59;60] e la Global Rating of Knee Function [2;9;12;15;18;49;57], secondo lo studio di Fitzgerald queste due scale sarebbe in grado di diversificare coper e noncoper (rispettivamente >60% e >80% per i coper).

La scala MCS di SF-36 [60] indaga l'aspetto del benessere mentale generale, analizzato tramite il "mental health component score" (MCS) di the SF-36: alti punteggi alla baseline determinerebbero alti punteggi a distanza di due anni e sarebbe connessa con il ritorno all'attività sportiva. Anche in questo studio però il campione è piccolo e caratterizzato principalmente da giocatori professionisti di football e lo studio non era stato impostato con l'obiettivo di andare ad indagare le motivazioni alla base del ritorno all'attività sportiva.

L'utilizzo del "Mental Health Component Score" (MCS) of the SF-36 è stato riscontrato anche in un altro studio[51] in cui punteggi bassi in questa scala sarebbero correlati a prognosi peggiore a distanza di 5 anni, in questo caso la popolazione in studio è caratterizzata da soggetti adulti attivi dai 18 ai 35 anni, esclusi invece gli sportivi professionisti o pazienti con stile di vita molto sedentario, precedenti lesioni al ginocchio, rotture dei legamenti collaterali, lesioni cartilaginee o meniscali.

DISCUSSIONE – Limiti Dello Studio

Il legamento crociato anteriore ha da sempre mosso un particolare interesse nella comunità scientifica. Gli articoli sul crociato anteriore sono numerosi ma presentano molte criticità che rendono difficile un giudizio unico e concorde della letteratura in merito alla tematica di questa revisione. Le principali criticità degli articoli analizzati sono state in riguardo alla popolazione studiata, al follow up ed al disegno di studio .

Oggetto di questa revisione è proprio andare a ricercare le differenze tra coper e noncoper, ed infatti non essendoci ancora in letteratura un “gold standard” per questo scopo, coper e noncoper vengono classificati negli articoli in modi completamente disparati, talvolta usando la classificazione di Fitzgerald, a volte in base alla frequenza del fenomeno giving way, o in base a questionari di valutazione soggettiva del ginocchio; la maggior parte degli articoli, inoltre, presenta una bassa numerosità campionaria e spesso vengono esclusi i pazienti con lesioni associate quali lesione al livello del legamento collaterale mediale o del menisco, questi aspetti rendono difficile generalizzare i risultati.

Non vi è inoltre ancora accordo su quando sia più opportuno diversificare i due gruppi, infatti a seconda di quando viene effettuato lo screening i risultati risultano completamente differenti.

Per quanto riguarda il disegno di studio, vi sono inoltre molti articoli che effettuano un confronto solo su coper e controllo, noncoper e controllo, oppure che studiano soltanto una delle due categorie, per questo il confronto tra i due gruppi risulta difficile da effettuare.

In aggiunta anche il concetto di ritorno all’attività sportiva, utilizzato come indicatore di successo riabilitativo , risulta difficilmente definibile in maniera univoca e relativo, sia per la presenza degli adapter, sia per il cambio di livello sportivo dei pazienti che si infortunano ma che poi ritornano a fare sport, sia per il fatto che potrebbe essere solo un ritorno temporaneo con intervento chirurgico a distanza.

CONCLUSIONI

Dall’analisi effettuata della letteratura, sembrerebbe che all’inizio della nostra valutazione clinica già una buona raccolta anamnestica potrebbe aiutarci, seppur globalmente, per diversificare coper e noncoper considerando le seguenti variabili: età ,livello di attività sportiva, punteggio ottenuto al baseline nella scala KOOS ADL e nel Global Rating of Knee Function (VAS).

Relativamente alla variabile sesso non vi sono ancora conclusioni definitive.

Per quanto riguarda il nostro esame obiettivo, la maggior parte degli studi propende per posticipare lo screening a seguito di un periodo di trattamento della durata media da cinque settimane a 6 mesi impostato sia su rinforzo muscolare che riabilitazione neuromotoria con eventuale test ripetuto a distanza di un anno [10][13][15][18][20][27][32][67]. I parametri che potremmo prendere come riferimento sono in primo luogo la forza del quadricipite ed il cammino, quest’ultimo come strategia di adattamento alla lesione dopo almeno sei mesi

dal trauma, e secondariamente equilibrio sia in appoggio monopodalico che bipodalico con associata o meno una perturbazione, step task, e forward lunge. Relativamente a questo secondo gruppo di variabili sono stati pubblicati meno articoli e, seppur hanno evidenziato differenze tra i due gruppi, sarebbe opportuno ampliare gli studi in merito.

Sugli hop test, sia il numero scarso di articoli che la perdita di dati riferiti ai noncoper, non è possibile trarre conclusioni definitive.

Interessanti sono gli studi sull'aspetto psicologico, inerenti sia la chinesiofobia che le motivazioni legate al ritorno all'attività sportiva, sia l'aspetto di controllo motorio: anche per quest'ultimo aspetto sono stati identificati pochi articoli, ma forniscono spunto per un differente e più globale approccio, classificazione e trattamento del paziente con lesione LCA.

KEY POINTS

- **QUANDO VALUTARE** : viene consigliato un lasso di tempo da 5 settimane a sei mesi. Viene raccomandato di effettuare lo screening dopo almeno 5 settimane di trattamento conservativo (rinforzo e riabilitazione propriocettiva).
- **SU COSA IMPOSTARE LA VALUTAZIONE**

ANAMNESI	-età: 5-44 anni (maggiore probabilità di essere non coper) -livello di attività sportiva del paziente prima del trauma (livello I e II maggiore probabilità di essere non coper) -KOOS-ADL(<80% non coper) -Global Rating of Knee Function(<60% non coper)
	Variabili ancora poco studiate: -sesso (femmine forse con maggiore probabilità di diventare non coper) -aspetto psicologico (TSK) : chinesiofobia e motivazioni legate al RTS
ESAME OBIETTIVO In ordine da maggiore a minore accordo trovato negli studi e affidabilità dei risultati	-Massima forza isometrica del quadricipite della gamba malata(MVIC), calcolata a 90° di flessione di anca e ginocchio (gamba malata / gamba sana x 100 > o uguale a 95%; riferimento articolo [49]) -Gait Analysis, maggiori alterazioni visibili dopo 6 mesi (nei non coper “quadriceps avoidance strategy”, con tipico pattern di “stiffness strategy”.)
	-Equilibrio : bipodalico, monopodalico, con o senza perturbazione,anticipata o meno. (nei non coper una maggiore flessione di ginocchio e minore attivazione del quadricipite). -Step Task : “step singolo” e “45° side step task” (minore estensione del ginocchio malato quando è sullo step, appoggio di avampiede) -Forward Lunge (minore tendenza dei non coper a caricare la gamba malata e minore attivazione del quadricipite) -Controllo Motorio (alterazione della propriocezione, TDPM[26])
	-Hop test

BIBLIOGRAFIA

1. Sharifi M, Shirazi-Adl A, Marouane H. Computation of the role of kinetics, kinematics, posterior tibial slope and muscle cocontraction on the stability of ACL-deficient knee joint at heel strike - Towards identification of copers from non-copers. *J Biomech*. 2018 Aug 22;77:171-182. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.07.003. Epub 2018 Jul 20. PubMed PMID: 30033382
2. Gray CE, Hummel C, Lazenby T. Nonsurgical Management of an Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee in a Women's Soccer Player: A Validation Clinical Case Report. *J Athl Train*. 2017 Nov;52(11):1079-1083. doi: 10.4085/1062-6050.52.11.21. Epub 2017 Nov 8. Review. PubMed PMID: 29116829; PubMed Central PMCID: PMC5737046.
3. Iliopoulos E, Galanis N, Iosifidis M, Zafeiridis A, Papadopoulos P, Potoupnis M, Geladas N, Vrabas IS, Kirkos J. Anterior cruciate ligament deficiency reduces walking economy in "copers" and "non-copers". *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 May;25(5):1403-1411. doi: 10.1007/s00167-015-3709-2. Epub 2015 Aug 1. PubMed PMID: 26231149.
4. Shanbehzadeh S, Mohseni Bandpei MA, Ehsani F. Knee muscle activity during gait in patients with anterior cruciate ligament injury: a systematic review of electromyographic studies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 May;25(5):1432-1442. doi: 10.1007/s00167-015-3925-9. Epub 2015 Dec 24. Review. PubMed PMID: 26704804.
5. Secrist ES, Frederick RW, Tjoumakaris FP, Stache SA, Hammoud S, Freedman KB. A Comparison of Operative and Nonoperative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *JBJS Rev*. 2016 Nov 22;4(11). pii: 10.2106/JBJS.RVW.15.00115. doi: 10.2106/JBJS.RVW.15.00115. PubMed PMID: 27922986.
6. Soltani N, Rahimi A, Naimi SS, Khademi K, Saeedi H. Studying the Balance of the Coper and Non-Coper ACL-Deficient Knee Subjects. *Asian J Sports Med*. 2014 Jun;5(2):91-8. PubMed PMID: 25834702; PubMed Central PMCID: PMC4374616.
7. Macleod TD, Snyder-Mackler L, Buchanan TS. Differences in neuromuscular control and quadriceps morphology between potential copers and noncopers following anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014 Feb;44(2):76-84. doi: 10.2519/jospt.2014.4876. Epub 2013 Nov 21. PubMed PMID: 24261930; PubMed Central PMCID: PMC431409.
8. Neuman P, Owman H, Müller G, Englund M, Tiderius CJ, Dahlberg LE. Knee cartilage assessment with MRI (dGEMRIC) and subjective knee function in ACL injured copers: a cohort study with a 20 year follow-up. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014 Jan;22(1):84-90. doi: 10.1016/j.joca.2013.10.006. Epub 2013 Nov 1. PubMed PMID: 24185106.
9. Hartigan EH, Lynch AD, Logerstedt DS, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Kinesiophobia after anterior cruciate ligament rupture and reconstruction: noncopers versus potential copers. *J Orthop*

- Sports Phys Ther. 2013 Nov;43(11):821-32. doi: 10.2519/jospt.2013.4514. Epub 2013 Sep 9. PubMed PMID: 24175594; PubMed Central PMCID: PMC4915102.
10. Di Stasi SL, Hartigan EH, Snyder-Mackler L. Unilateral stance strategies of athletes with ACL deficiency. *J Appl Biomech*. 2012 Aug;28(4):374-86. PubMed PMID: 22983931; PubMed Central PMCID: PMC3610327.
 11. Di Stasi SL, Snyder-Mackler L. The effects of neuromuscular training on the gait patterns of ACL-deficient men and women. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012 May;27(4):360-5. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2011.10.008. Epub 2011 Nov 5. PubMed PMID: 22061048; PubMed Central PMCID: PMC3288430.
 12. Kaplan Y. Identifying individuals with an anterior cruciate ligament-deficient knee as copers and noncopers: a narrative literature review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011 Oct;41(10):758-66. doi: 10.2519/jospt.2011.3384. Epub 2011 Sep 30. Review. PubMed PMID: 21979555.
 13. Alkjær T, Henriksen M, Simonsen EB. Different knee joint loading patterns in ACL deficient copers and non-copers during walking. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011 Apr;19(4):615-21. doi: 10.1007/s00167-010-1302-2. Epub 2010 Nov 4. PubMed PMID: 21052980
 14. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Engebretsen L, Risberg MA. Functional tests should be accentuated more in the decision for ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Nov;18(11):1517-25. doi: 10.1007/s00167-010-1113-5. Epub 2010 Apr 22. PubMed PMID: 20411377; PubMed Central PMCID: PMC3158985.
 15. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010 Nov;40(11):705-21. doi: 10.2519/jospt.2010.3345. PubMed PMID: 20710097; PubMed Central PMCID: PMC3158986.
 16. Eitzen I, Eitzen TJ, Holm I, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Anterior cruciate ligament-deficient potential copers and noncopers reveal different isokinetic quadriceps strength profiles in the early stage after injury. *Am J Sports Med*. 2010 Mar;38(3):586-93. doi: 10.1177/0363546509349492. Epub 2010 Jan 28. PubMed PMID: 20110458; PubMed Central PMCID: PMC3158984.
 17. Lindström M, Felländer-Tsai L, Wredmark T, Henriksson M. Adaptations of gait and muscle activation in chronic ACL deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Jan;18(1):106-14. doi: 10.1007/s00167-009-0886-x. Epub 2009 Aug 20. PubMed PMID: 19693489.
 18. Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Individuals with an anterior cruciate ligament-deficient knee classified as noncopers may be candidates for nonsurgical rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008 Oct;38(10):586-95. PubMed PMID: 18979658; PubMed Central PMCID: PMC2801138.

19. Button K, van Deursen R, Price P. Recovery in functional non-copers following anterior cruciate ligament rupture as detected by gait kinematics. *Phys Ther Sport*. 2008 May;9(2):97-104. doi: 10.1016/j.ptsp.2008.03.001. PubMed PMID: 19083709.
20. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Influence of age, gender, and injury mechanism on the development of dynamic knee stability after acute ACL rupture. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008 Feb;38(2):36-41. doi: 10.2519/jospt.2008.2609. Epub 2007 Sep 7. PubMed PMID: 18560190; PubMed Central PMCID: PMC2829250.
21. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: Part 2, determinants of dynamic knee stability. *Am J Sports Med*. 2008 Jan;36(1):48-56. Epub 2007 Oct 11. PubMed PMID: 17932399; PubMed Central PMCID: PMC2891104.
22. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: Part 1, outcomes. *Am J Sports Med*. 2008 Jan;36(1):40-7. Epub 2007 Oct 16. PubMed PMID: 17940141; PubMed Central PMCID: PMC2891099.
23. Hurd WJ, Snyder-Mackler L. Knee instability after acute ACL rupture affects movement patterns during the mid-stance phase of gait. *J Orthop Res*. 2007 Oct;25(10):1369-77. PubMed PMID: 17557321; PubMed Central PMCID: PMC2859715.
24. Houck JR, Wilding GE, Gupta R, De Haven KE, Maloney M. Analysis of EMG patterns of control subjects and subjects with ACL deficiency during an unanticipated walking cut task. *Gait Posture*. 2007 Apr;25(4):628-38. Epub 2006 Aug 17. PubMed PMID: 16916604
25. Houck JR, De Haven KE, Maloney M. Influence of anticipation on movement patterns in subjects with ACL deficiency classified as noncopers. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007 Feb;37(2):56-64. PubMed PMID: 17366960.
26. Melnyk M, Faist M, Gothner M, Claes L, Friemert B. Changes in stretch reflex excitability are related to "giving way" symptoms in patients with anterior cruciate ligament rupture. *J Neurophysiol*. 2007 Jan;97(1):474-80. Epub 2006 Aug 30. PubMed PMID: 16943314.
27. Barrance PJ, Williams GN, Snyder-Mackler L, Buchanan TS. Do ACL-injured copers exhibit differences in knee kinematics?: An MRI study. *Clin Orthop Relat Res*. 2007 Jan;454:74-80. PubMed PMID: 17091013.
28. Courtney CA, Rine RM. Central somatosensory changes associated with improved dynamic balance in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Gait Posture*. 2006 Oct;24(2):190-5. Epub 2005 Sep 21. PubMed PMID: 16181781.

29. Button K, van Deursen R, Price P. Classification of functional recovery of anterior cruciate ligament copers, non-copers, and adapters. *Br J Sports Med.* 2006 Oct;40(10):853-9; discussion 859. Epub 2006 Aug 18. PubMed PMID: 16920772; PubMed Central PMCID: PMC2465054.
30. Binder-Macleod BI, Buchanan TS. Tibialis anterior volumes and areas in ACL-injured limbs compared with unimpaired. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 Sep;38(9):1553-7. PubMed PMID: 16960514.
31. Herrington L, Fowler E. A systematic literature review to investigate if we identify those patients who can cope with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee.* 2006 Aug;13(4):260-5. Epub 2006 Jun 27. Review. PubMed PMID: 16806942
32. Kapreli E, Athanasopoulos S. The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity. *Med Hypotheses.* 2006;67(3):645-50. Epub 2006 May 15. PubMed PMID: 16698187
33. Barrance PJ, Williams GN, Snyder-Mackler L, Buchanan TS. Altered knee kinematics in ACL-deficient non-copers: a comparison using dynamic MRI. *J Orthop Res.* 2006 Feb;24(2):132-40. PubMed PMID: 16435346.
34. Courtney C, Rine RM, Kroll P. Central somatosensory changes and altered muscle synergies in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Gait Posture.* 2005 Aug;22(1):69-74. PubMed PMID: 15996595.
35. Houck JR, Duncan A, De Haven KE. Knee and hip angle and moment adaptations during cutting tasks in subjects with anterior cruciate ligament deficiency classified as noncopers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005 Aug;35(8):531-40. PubMed PMID: 16187513.
36. Williams GN, Snyder-Mackler L, Barrance PJ, Buchanan TS. Quadriceps femoris muscle morphology and function after ACL injury: a differential response in copers versus non-copers. *J Biomech.* 2005 Apr;38(4):685-93. PubMed PMID: 15713288.
37. Williams GN, Buchanan TS, Barrance PJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Quadriceps weakness, atrophy, and activation failure in predicted noncopers after anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2005 Mar;33(3):402-7. PubMed PMID: 15716256.
38. Chmielewski TL, Hurd WJ, Snyder-Mackler L. Elucidation of a potentially destabilizing control strategy in ACL deficient non-copers. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005 Feb;15(1):83-92. PubMed PMID: 15642656
39. Chmielewski TL, Ramsey DK, Snyder-Mackler L. Evidence for differential control of tibial position in perturbed unilateral stance after acute ACL rupture. *J Orthop Res.* 2005 Jan;23(1):54-60. PubMed PMID: 15607875.
40. Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Effect of dynamic stability on a step task in ACL deficient individuals. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004 Oct;14(5):565-75. PubMed PMID: 15301775.

41. Alkjaer T, Simonsen EB, Jørgensen U, Dyhre-Poulsen P. Evaluation of the walking pattern in two types of patients with anterior cruciate ligament deficiency: copers and non-copers. *Eur J Appl Physiol*. 2003 May;89(3-4):301-8. Epub 2003 Mar 14. PubMed PMID: 12736838.
42. Alkjaer T, Simonsen EB, Peter Magnusson SP, Aagaard H, Dyhre-Poulsen P. Differences in the movement pattern of a forward lunge in two types of anterior cruciate ligament deficient patients: copers and non-copers. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2002 Oct;17(8):586-93. PubMed PMID: 12243718.
43. Chmielewski TL, Rudolph KS, Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Biomechanical evidence supporting a differential response to acute ACL injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001 Aug;16(7):586-91. PubMed PMID: 11470300.
44. Boerboom AL, Hof AL, Halbertsma JP, van Raaij JJ, Schenk W, Diercks RL, van Horn JR. Atypical hamstrings electromyographic activity as a compensatory mechanism in anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001 Jul;9(4):211-6. PubMed PMID: 11522076.
45. Rudolph KS, Axe MJ, Buchanan TS, Scholz JP, Snyder-Mackler L. Dynamic stability in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001;9(2):62-71. PubMed PMID: 11354855.
46. Rudolph KS, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Dynamic stability after ACL injury: who can hop? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2000;8(5):262-9. PubMed PMID: 11061293.
47. Rudolph KS, Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L. 1998 Basmajian Student Award Paper: Movement patterns after anterior cruciate ligament injury: a comparison of patients who compensate well for the injury and those who require operative stabilization. *J Electromyogr Kinesiol*. 1998 Dec;8(6):349-62. PubMed PMID: 9840891.
48. Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2000). Proposed practice guidelines for nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation of physically active individuals. *Journal of orthopaedic & sports Physical therapy*, 30(4), 194-203.
49. Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2000). A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 8(2), 76-82 .
50. Grindem, H., Wellsandt, E., Failla, M., Snyder-Mackler, L., & Risberg, M. A. (2018). Anterior Cruciate Ligament Injury—Who Succeeds Without Reconstructive Surgery? The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 6(5), 2325967118774255.
51. Filbay, S. R., Roos, E. M., Frobell, R. B., Roemer, F., Ranstam, J., & Lohmander, L. S. (2017). Delaying ACL reconstruction and treating with exercise therapy alone may alter prognostic factors for 5-year outcome: an exploratory analysis of the KANON trial. *Br J Sports Med*, bjsports-2016.

52. Frobell, R. B., Roos, H. P., Roos, E. M., Roemer, F. W., Ranstam, J., & Lohmander, L. S. (2013). Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of randomised trial. *Bmj*, 346, f232.
53. Eggerding, V., Meuffels, D. E., Bierma-Zeinstra, S. M., Verhaar, J. A., & Reijman, M. (2015). Factors related to the need for surgical reconstruction after anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 45(1), 37-44.
54. Snyder-Mackler, L., Fitzgerald, G. K., Bartolozzi III, A. R., & Ciccotti, M. G. (1997). The relationship between passive joint laxity and functional outcome after anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 25(2), 191-195.
55. Grindem, H., Logerstedt, D., Eitzen, I., Moksnes, H., Axe, M. J., Snyder-Mackler, L., ... & Risberg, M. A. (2011). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2347-2354.
56. Grindem, H., Eitzen, I., Moksnes, H., Snyder-Mackler, L., & Risberg, M. A. (2012). A pair-matched comparison of return to pivoting sports at 1 year in ACL-injured patients after a nonoperative versus operative treatment course. *The American journal of sports medicine*, 40(11), 2509
57. Kostogiannis, I., Ageberg, E., Neuman, P., Dahlberg, L., Friden, T., & Roos, H. (2007). Activity level and subjective knee function 15 years after anterior cruciate ligament injury: a prospective, longitudinal study of nonreconstructed patients. *The American journal of sports medicine*, 35(7), 1135-1143.
58. Fink, C., Hoser, C., Hackl, W., Navarro, R. A., & Benedetto, K. P. (2001). Long-term outcome of operative or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament rupture-Is sports activity a determining variable?. *International journal of sports medicine*, 22(04), 304-309.
59. Swirtun, L. R., Eriksson, K., & Renström, P. (2006). Who chooses anterior cruciate ligament reconstruction and why? A 2-year prospective study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(6), 441-446.
60. Roessler, K. K., Andersen, T. E., Lohmander, S., & Roos, E. M. (2015). Motives for sports participation as predictions of self-reported outcomes after anterior cruciate ligament injury of the knee. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25(3), 435-440..
61. Grindem, H., Eitzen, I., Engebretsen, L., Snyder-Mackler, L., & Risberg, M. A. (2014). Nonsurgical or surgical treatment of ACL injuries: knee function, sports participation, and knee reinjury: the Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 96(15), 1233.
62. Hawkins, R. J., Misamore, G. W., & Merritt, T. R. (1986). Followup of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear. *The American journal of sports medicine*, 14(3), 205-210

63. Ciccotti, M. G., Kerlan, R. K., Perry, J., & Pink, M. (1994). *An electromyographic analysis of the knee during functional activities: II. The anterior cruciate ligament-deficient and-reconstructed profiles. The American journal of sports medicine*, 22(5), 651-658.
64. Marx RG, Jones EC, Angel M, Wickiewicz TL, Warren RF. Beliefs and attitudes of members of the American Academy of Orthopaedic Surgeons regarding the treatment of anterior cruciate ligament injury. *Arthroscopy*. 2003;19:762-770.
65. Mirza F, Mai DD, Kirkley A, Fowler PJ, Amendola A. Management of injuries to the anterior cruciate ligament: results of a survey of orthopaedic surgeons in Canada. *Clin J Sport Med*. 2000;10:85-88.
66. Shelton WR, Barrett GR, Dukes A. Early season anterior cruciate ligament tears. A treatment dilemma. *Am J Sports Med*. 1997;25:656-658.
67. Thoma, L. M., Grindem, H., Logerstedt, D., Axe, M., Engebretsen, L., Risberg, M. A., & Snyder-Mackler, L. (2019). Coper Classification Early After Anterior Cruciate Ligament Rupture Changes With Progressive Neuromuscular and Strength Training and Is Associated With 2-Year Success: The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *The American journal of sports medicine*, 0363546519825500.
68. Hefti, E., Müller, W., Jakob, R. P., & Stäubli, H. U. (1993). Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(3-4), 226-234.

