

Felice Sirico¹, Daria Nurzynska², Franca Di Meglio², Clotilde Castaldo², Rocco Spera², Stefania Montagnani²

¹ Scuola di Specializzazione in Medicina dello Sport, Università di Napoli "Federico II"

² Dipartimento di Sanità Pubblica, Università di Napoli "Federico II"

La sindrome compartimentale cronica da sforzo della gamba. Una diagnosi difficile e spesso dimenticata

Riassunto

La sindrome compartimentale cronica da sforzo è un'entità clinica sotto-diagnosticata, caratterizzata da dolore che insorge durante l'esercizio fisico. I sintomi migliorano notevolmente con il riposo. La gamba è il distretto maggiormente coinvolto. Il disturbo è solitamente bilaterale e interessa tipicamente giovani atleti. I meccanismi patogenetici sono ancora poco noti e, sebbene l'attenzione sia rivolta ad alterazioni della perfusione ematica, ciò non è universalmente condiviso né come meccanismo patogenetico di per sé né come unico meccanismo di insorgenza della sintomatologia dolorosa. Il processo diagnostico è particolarmente complesso. L'anamnesi è spesso fondamentale, mentre l'esame clinico è poco specifico e a volte insufficiente, soprattutto se condotto a riposo. Per la diagnosi differenziale vengono eseguiti esami di imaging. Il mezzo diagnostico più valido è la misurazione diretta della pressione intracompartimentale. Le opzioni terapeutiche prevedono trattamenti comportamentali, conservativi e chirurgici. Quest'ultimo, rappresentato da fasciotomia, è sicuro ed efficace nella maggior parte dei casi, consentendo la ripresa dell'attività fisica a ottimi livelli.

Parole chiave: malattie muscolari – malattie vascolari – sindromi compartimentali – arto inferiore – gamba

Abstract

Chronic exertional compartment syndrome is an underdiagnosed clinical condition associated with pain that is induced by exercise and relieved after the activity ceases. It most commonly occurs in the leg. The condition is typically bilateral and often appears in young athletes. The pathogenesis is incompletely understood; although much importance is given to the alterations in blood flow and muscle tissue perfusion, opinion consistency is lacking and other possible triggering mechanisms should be considered. Diagnostic process is particularly complex. A thorough anamnesis is often crucial in the evaluation of the patient, while the physical examination is not specific and generally unremarkable, particularly if conducted at rest. Although differential diagnosis may involve imaging, a measurement of the intracompartamental pressure is the most reliable method to identify a compartment syndrome. The condition can be treated behaviourally, conservatively or surgically. Among these approaches, the surgical fasciotomy is safe and effective in most cases and enables athletes to return to their previous level of sport participation.

Key words: muscular diseases – vascular diseases – compartment syndromes – lower extremity – leg

Introduzione

Dal punto di vista anatomico, un compartimento è una regione corporea delimitata da strutture ossee e/o fasciali connettivali contenente muscoli, vasi e nervi periferici. Un incremento di pressione all'interno di uno specifico compartimento anatomico di entità tale da al-

terare la funzione vascolare e neuromuscolare, costantemente accompagnato da sintomatologia dolorosa, è definito sindrome compartimentale. In base ai tempi di insorgenza, le sindromi compartimentali possono essere suddivise in acute e croniche. Le forme acute sono dovute a differenti cause, prima tra tutte quella trauma-

tica, e rappresentano un'emergenza medica che può causare l'instaurarsi di danni irreversibili alle strutture che si trovano all'interno del compartimento interessato e mettere a rischio la vita stessa del paziente.

La sindrome compartimentale cronica da sforzo (Chronic Exertional Compartment Syndrome, CECS) è un'entità clinica di difficile diagnosi, talvolta trascurata in ambito muscoloscheletrico, caratterizzata da un anormale e reversibile incremento della pressione all'interno di un compartimento che si verifica durante uno sforzo ripetuto e prolungato nel tempo, con scarsa compliance del tessuto osteofasciale rispetto all'incremento del volume muscolare¹. I sintomi tendono a regredire completamente con il riposo e, a differenza delle forme acute, i danni sono spesso reversibili, non si richiede trattamento immediato né si modificano le aspettative di vita del paziente². Teoricamente è possibile l'instaurarsi di una sindrome compartimentale in ogni regione anatomica nella quale sia possibile identificare un compartimento (coscia, avambraccio, mano, piede, regione lombare, regione addominale, regione glutea)³, tuttavia la maggiore incidenza è a carico dei compartimenti della gamba.

L'esatta eziopatogenesi è a tutt'oggi ampiamente discussa ed il quadro diagnostico differenziale è particolarmente vasto. Un'attenta anamnesi, la valutazione a riposo e dopo sforzo del paziente, diversi esami strumentali di conferma e soprattutto di esclusione, possono portare alla verifica di un'ipotesi diagnostica di per sé difficile. La particolare difficoltà del processo diagnostico è dimostrata da una marcata sottostima di questa patologia nella popolazione generale e in un consistente ritardo diagnostico stimato in 22 mesi circa dall'esordio dei sintomi⁴.

Anatomia

La gamba è classicamente suddivisa in quattro compartimenti, ognuno con i limiti ossei e fibrosi formati da strutture fasciali connettivali. Si distinguono i compartimenti anteriore, laterale, posteriore superficiale e posteriore profondo⁵. Una conoscenza approfondita dell'anatomia dei singoli compartimenti è necessaria per meglio inquadrare e correlare i sintomi riferiti dal paziente, permettendo così la conduzione di un esame obiettivo ponderato (Fig. 1).

Il compartimento anteriore contiene i muscoli flessori dorsali del piede ed estensori delle dita (tibiale anteriore, estensore lungo dell'alluce, estensore lungo delle dita e fibulare terzo) ed è attraversato dai vasi tibiali anteriori e dal nervo fibulare profondo. Il compartimento posteriore della gamba, dei flessori plantari del piede e delle dita, è diviso da un setto intermuscolare trasverso in una parte superficiale (con i muscoli gastrocnemio, soleo e plantare, assente nel 5-10% degli individui) e una profonda (con i muscoli tibiale posteriore, flessore lungo dell'alluce e flessore lungo delle dita); il nervo tibiale e i vasi tibiali posteriori e fibulari decorrono nella parte profonda del compartimento posteriore. Il compartimento latera-

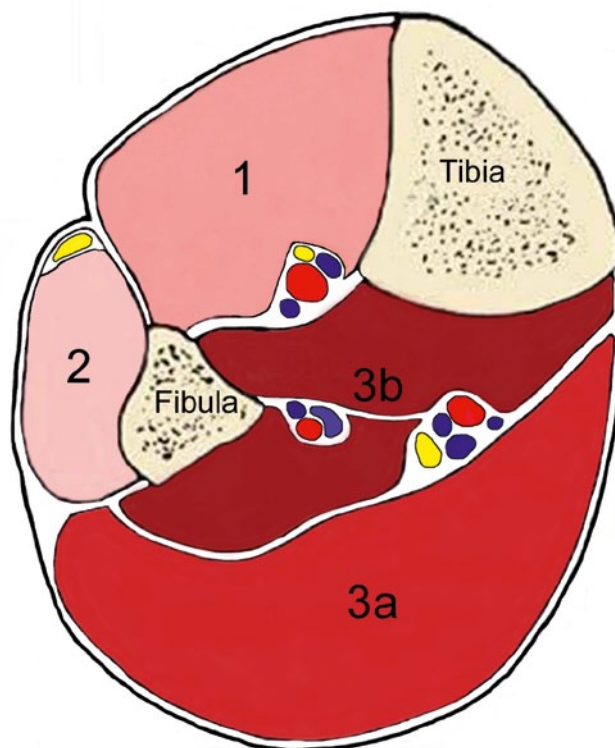


Figura 1. Compartimenti della gamba. Sezione trasversale condotta a livello del terzo medio. I numeri si riferiscono ai compartimenti indicati nella Tabella I.

le è occupato dai muscoli che determinano eversione del piede – fibulare lungo e breve – e dal nervo fibulare superficiale; i muscoli vengono vascolarizzati da arterie perforanti, rami dell'arteria tibiale anteriore, che attraversano il setto intermuscolare anteriore, e rami dell'arteria fibulare, che attraversano il setto intermuscolare posteriore, accompagnate dalle vene satelliti (Tab. I).

Sebbene la maggior parte delle fonti si attenga a questo sistema di classificazione anatomica, alcuni studi ipotizzano l'esistenza di un quinto compartimento, considerando il muscolo tibiale posteriore isolatamente, ospitato in un proprio specifico spazio anatomico, con conseguente suddivisione del compartimento posteriore profondo in due entità separate⁶.

Epidemiologia

L'incidenza precisa della CECS non è nota e verosimilmente è sottostimata. Le percentuali di incidenza riportate oscillano tra il 14 e il 27%⁷. Negli studi più datati è segnalata una maggiore incidenza nel sesso maschile. Questo dato si è marcatamente modificato negli anni. Infatti, i primi studi includevano prevalentemente atleti di sesso maschile e casi clinici registrati in ambito militare. La maggiore partecipazione delle donne ad attività sportive ha modificato questo dato nel corso degli ultimi

Tabella I. Contenuto dei compartimenti della gamba.

Compartimento	Muscoli	Vasi	Nervo
(1) Anteriore	Tibiale anteriore, estensore lungo dell'alluce, estensore lungo delle dita, fibulare terzo	Tibiali anteriori	Fibulare profondo
(2) Laterale	Fibulare lungo, fibulare breve	-	Fibulare superficiale
(3a) Posteriore superficiale	Gastrocnemio, soleo, plantare	-	-
(3b) Posteriore profondo	Tibiale posteriore, flessore lungo dell'alluce, flessore lungo delle dita	Tibiali posteriori, fibulari	Tibiale posteriore

anni, dimostrando un tasso di incidenza sostanzialmente simile nei due sessi. L'incidenza è simile tra gli atleti professionisti e quelli amatoriali ⁸ e la mediana dell'età di insorgenza è 20 anni ⁹.

Il compartimento anteriore è quello maggiormente interessato (40-60% dei pazienti con la CECS) e circa il 70% dei pazienti è rappresentato da podisti o comunque soggetti che praticano sport con un'importante componente di corsa ⁹. Il compartimento laterale è interessato nel 12-35% dei casi, il compartimento posteriore profondo nel 32% e quello superficiale nel 2-20% ¹⁰.

Eziologia

Il preciso meccanismo patogenetico alla base dell'instaurarsi della CECS non è del tutto noto e molteplici ipotesi sono state proposte. Il *primum movens* maggiormente condiviso è legato a un meccanismo ischemico, con alterazione della perfusione tissutale. Lo sforzo prolungato causa un edema intramuscolare capace di determinare un incremento volumetrico dei muscoli di circa il 20% rispetto alle condizioni basali. Ciò determina l'incremento della pressione all'interno del singolo compartimento portando così a una riduzione del flusso ematico. I meccanismi a carico del circolo che sono stati proposti includono uno spasmo arteriolare, un'ostruzione dei capillari, un collasso delle strutture arterovenose e un'ostruzione al deflusso venoso.

In tutti i soggetti è possibile registrare un aumento delle pressioni all'interno dei singoli compartimenti durante l'attività fisica. Nei pazienti asintomatici, però, tali pressioni tornano a livelli basali entro pochi minuti dalla sospensione dell'attività fisica. Nei pazienti affetti dalla CECS, invece, le pressioni intracompartimentali restano elevate per un periodo di tempo più lungo (fino a 30 minuti) dopo la sospensione. Inoltre, le pressioni risultano più elevate a carico dei singoli compartimenti anche nelle fasi di pre-esercizio. Il motivo di tali alterazioni pressorie a riposo, durante lo sforzo e dopo l'esercizio nei pazienti affetti dalla CECS non è noto. Sebbene la maggior parte delle ipotesi patogenetiche sia rivolta a un'alterazione dei meccanismi di perfusione, ciò non ha trovato riscontro in studi di imaging. Non sono state dimostrate, infatti, alterazioni ischemiche importanti in

studi di medicina nucleare con metodiche in grado di valutare modifiche del flusso sanguigno ^{11 12}.

Ipotesi biochimiche propongono un meccanismo di instaurazione del danno basato sul rilascio di ioni e proteine dalle cellule muscolari o da vasi danneggiati durante lo sforzo; ciò richiama liquidi, aggravando l'edema muscolare e alterando la perfusione del compartimento. Anche la genesi del dolore è tuttora oggetto di dibattito. Tra i meccanismi proposti ci sono quelli legati al rilascio di chinine durante la fase di contrazione muscolare, alla stimolazione diretta dei recettori del dolore a livello fasciale e periostale e all'aumento dei livelli di lattato legato ad una ridotta perfusione ⁷⁻⁹.

Sono stati, inoltre, individuati alcuni fattori in grado di favorire l'instaurarsi della CECS, come l'ipertrofia muscolare (fisiologica o legata all'assunzione di anabolizzanti), l'ispessimento e la rigidità delle strutture fasciali, la stimolazione eccessiva dei meccanicocettori responsivi alla tensione fasciale, il ridotto ritorno venoso, le lesioni muscolari microtraumatiche e alcune miopatie ³. Marcate eterometrie e gravi deviazioni in varo-valgismo (ginocchio) e prono-supinazione (piede) potrebbero favorire lo sviluppo di pressioni maggiori in specifici compartimenti. Anche alterazioni del programma di esercizio, allenamento inadeguato per intensità o frequenza, o ridotta flessibilità potrebbero contribuire all'instaurarsi della CECS. In particolare, allenamenti con contrazioni prevalentemente eccentriche sembrano predisporre all'insorgenza della CECS, aumentando l'incidenza di danni e processi infiammatori a carico del tessuto connettivo e contribuendo così nel tempo ad una riduzione della compliance fasciale. Anche la presenza di difetti fasciali e di ernie muscolari sarebbe correlata a incremento pressorio intracompartimentale. Tali difetti sono stati evidenziati in particolare in punti in cui la fascia viene attraversata da strutture neurovascolari, creando in tal modo zone di minore resistenza, e si riscontrano nel 40-60% dei pazienti con la CECS ¹³.

Inquadramento clinico

La valutazione clinica del paziente con dolore riferito alle gambe dovrebbe iniziare con un'attenta e approfondita anamnesi. Al fine di orientare il sospetto diagnostico e di escludere patologie diverse, è necessario raccogliere

notizie in merito a età, sesso, tipo di attività fisica praticata, frequenza di allenamento, carico di allenamento, pregresse patologie traumatiche. È inoltre necessario indagare circa periodi più o meno lunghi di sospensione dell'attività sportiva o modifiche importanti e repentine nel programma di allenamento.

I tempi di insorgenza del dolore e le sue caratteristiche sono aspetti fondamentali nella valutazione clinica. Classicamente, il paziente con la CECS riferisce un dolore bilaterale (in circa l'80-90% dei casi)¹⁴, insorto durante l'attività sportiva e alleviato completamente, o comunque in maniera importante, dal riposo. Il dolore insorge circa 15-30 minuti dopo l'inizio dell'attività fisica come dolore sordo, gravativo che peggiora con il prosieguo dell'esercizio e costringe il soggetto ad interrompere lo sforzo. Dolori insorti con l'attività fisica che perdurano per ore o giorni dopo la sospensione dello sforzo non orientano per la CECS, così come le marcate esacerbazioni notturne della sintomatologia dolorosa, che spesso sono riferite da pazienti con dolore di origine verosimilmente infiammatoria o vascolare.

La regione anatomica nella quale il paziente riferisce dolore è fondamentale per l'inquadramento diagnostico. Nella CECS il dolore è riferito lungo uno specifico compartimento della gamba.

Se al dolore si associano caratteristiche neuropatiche come parestesie, allodinia o disestesie, è importante registrare l'area cutanea di riferimento e valutare l'innervazione cutanea di pertinenza del singolo nervo periferico. Inoltre, è necessaria una valutazione attenta e dettagliata della forza muscolare. Nei casi di coinvolgimento del compartimento anteriore può essere riferito dolore nella regione anterolaterale della gamba ed essere evidente una lieve ipostenia della dorsiflessione della caviglia e dell'estensione delle dita, con parestesie in un territorio limitato al primo e secondo dito (area cutanea di pertinenza del nervo fibulare profondo). Nel coinvolgimento del compartimento laterale sarà presente dolore nella regione laterale della gamba, ipostenia nel movimento di eversione attiva e parestesie a carico della regione anterolaterale della gamba e del piede per compromissione del nervo fibulare superficiale. Il coinvolgimento del compartimento posteriore superficiale sarà caratterizzato da dolore nella regione posteriore della gamba, con intorpidimento cutaneo nel territorio di distribuzione del nervo surale e lieve ipostenia nei movimenti di flessione plantare. Il danno al compartimento posteriore profondo è responsabile del dolore sordo e opprimente nella regione postero-mediale della gamba, con deficit dei movimenti di inversione e flessione delle dita.

Va considerato che, dal punto di vista obiettivo, i reperti a riposo sono molto limitati. Se il paziente, invece, viene esaminato dopo uno sforzo, può essere evidente un edema della muscolatura interessata, con tumefazione e pallore cutaneo. I muscoli coinvolti sono molto rigidi, pastosi e dolenti alla palpazione profonda e allo stretching

passivo¹⁴, mentre i polsi periferici sono solitamente normali. Le ernie muscolari, quando presenti, sono di solito palpabili in corrispondenza della faccia laterale della tibia. Sono dovute a difetti fasciali, soprattutto nelle regioni più vulnerabili, come nel punto di ingresso del nervo fibulare superficiale nel compartimento laterale¹⁵, e sono nella maggior parte dei casi non dolorose.

Diagnosi differenziale

Le ipotesi diagnostiche da considerare nella valutazione di un paziente che riferisce dolore alle gambe durante esercizio fisico sono numerose. Ciò rende il processo di diagnosi differenziale particolarmente complesso (Tab. II).

Le principali problematiche ossee da escludere sono patologie focali di tibia e fibula che hanno caratteristiche cliniche peculiari. Le fratture da stress, principalmente registrate a carico dell'epifisi prossimale della tibia, sono caratterizzate da dolore insorto durante o subito dopo l'attività fisica e che perdura durante la fase di riposo. Spesso è presente l'esacerbazione notturna dei sintomi. Il dolore è di solito localizzato al distretto anatomico interessato e notevolmente marcato alla percussione dell'osso. All'anamnesi è possibile registrare, nella maggior parte dei casi, la ripresa dell'attività fisica dopo lunghi periodi di sospensione o sovraccarichi funzionali in allenamento per modifiche al programma di esercizio. Non sono di solito presenti disturbi della sensibilità.

Altra patologia da escludere è la cosiddetta sindrome da stress tibiale mediale (*Medial Tibial Stress Syndrome*, MTSS). La sua eziopatogenesi, non ancora del tutto nota, sembra legata a sovraccarichi funzionali, con particolare (ma non esclusivo), coinvolgimento del muscolo tibiale posteriore. Ciò determina uno stress meccanico a carico del margine interosseo della tibia. Sebbene il dolore riferito dal paziente possa essere simile per localizzazione a quello riferito in caso della CECS del compartimento posteriore profondo, le caratteristiche cliniche sono differenti, con scarsa risoluzione della sintomatologia dolorosa a riposo. Inoltre, c'è marcato dolore alla palpazione diretta nel terzo mediale e inferiore della regione posteriore della gamba e le indagini strumentali dimostrano alterazioni dei profili ossei tibiali nella maggior parte dei casi.

La compromissione di strutture arteriose, come nei casi di arteriopatia cronica ostruttiva, è evidenziata da alterazione dei polsi periferici. Spesso tale condizione è accompagnata da alterazioni della cute e degli annessi. I dolori sono classicamente notturni e costringono il paziente ad assumere posture obbligate e peggiorano con l'elevazione dell'arto interessato. Può essere presente un quadro di *claudicatio* vascolare. Un'entità clinica rara è la sindrome da intrappolamento dell'arteria poplitea, patologia legata a compressioni dinamiche dell'arteria poplitea causate in alcuni casi da anomalie anatomiche nel decorso dell'arteria stessa o di

Tabella II. Riassunto della diagnosi differenziale della sindrome compartimentale cronica da sforzo della gamba.

Diagnosi	Sintomi	Esame obiettivo	Test diagnostici
Sindrome compartimentale cronica da sforzo	Dolore, spesso bilaterale, in uno specifico compartimento della gamba durante l'attività fisica; completa remissione a riposo	Negativo a riposo; eventuali ernie muscolari non dolorose alla palpazione. Dopo sforzo, possibile edema muscolare con dolore alla palpazione e allo stretching passivo; disturbi sensitivi e ipostenia muscolare	Studi di imaging per escludere altre patologie; gold standard: misurazione della pressione intracompartimentale a riposo e dopo sforzo
Medial Tibial Stress Syndrome	Dolore nel terzo medio e inferiore della gamba; peggiora con l'attività fisica e non scompare del tutto a riposo	Dolore alla digitopressione del margine interosseo della tibia e alla contrazione contro resistenza del muscolo tibiale posteriore	Rx: alterazione del profilo postero-mediale della tibia; scintigrafia ossea: captazione lineare lungo il margine interosseo della tibia
Frattura da stress	Dolore localizzato in una regione specifica di tibia o fibula; non scompare a riposo	Dolore che peggiora alla percussione della zona interessata	Rx: alterazioni corticali e periostali a distanza di tempo; scintigrafia: captazione focale; RM: edema peri-osseo
Lesione nervosa periferica	Disturbi sensitivi di tipo neuropatico nel territorio di distribuzione di un singolo nervo periferico	Ipostenia dei muscoli innervati dal nervo interessato; possibile segno di Tinel nel sito di intrappolamento	Studi di conduzione nervosa motoria e sensitiva ed esame elettromiografico positivi per lesioni demielinizzanti o assonali
Radicolopatia e stenosi del canale lombare	Disturbi sensitivi di tipo neuropatico in uno o più dermatomeri; dolore che può peggiorare durante la deambulazione ed essere alleviato dalla flessione del tronco	Ipostenia dei muscoli innervati da una specifica radice spinale (e da diversi nervi periferici); riflessi osteotendinei ipo-elicetabili o assenti; possibili alterazioni delle funzioni vescicosfinteriche	RM: visualizzazione delle radici spinali, di ernie discali e del canale spinale; studi di conduzione nervosa motoria e sensitiva; elettromiografia
Patologia vascolare arteriosa	Dolore notturno o durante attività fisica; alleviato dalla posizione declive degli arti inferiori	Riduzione dei polsi periferici; ipotermia e pallore; disturbi trofici di cute e annessi dell'arto interessato	Ecografia Doppler, angiografia
Tenosinoviti	Dolore lungo il decorso di un tendine, con esacerbazione notturna	Dolore alla digitopressione, alla contrazione contro resistenza e allo stretch passivo del tendine; possibile edema	Ecografia muscoloscheletrica e RM: lesioni parziali e calcificazioni; Power Doppler: infiammazione

strutture muscolari, come le origini ossee del muscolo popliteo o dei capi del gastrocnemio. Clinicamente si ha riduzione del polso pedidio, maggiormente evidente durante la flessione plantare passiva del piede o durante la dorsiflessione attiva ¹⁶.

Patologie a carico delle strutture nervose periferiche possono entrare in diagnosi differenziale con la CECS. I sintomi, siano essi di natura traumatica, infiammatoria, neurologica o neoplastica, sono poco fluttuanti e scarsamente correlabili all'attività fisica, con persistenza delle caratteristiche cliniche anche a riposo. Il coinvolgimento di strutture radicolari a livello lombosacrale può mimare la CECS. Nel caso di stenosi del canale lombare il paziente può riferire dolore insorto durante l'attività fisica o la deambulazione. Caratteristicamente tale dolore tende a presentarsi sempre in maniera anticipata durante la progressione della patologia, riducendo sempre di più le autonomie del paziente e configurando il quadro di una claudicatio neurogena. I dolori possono essere alleviati da posizioni del rachide lombare in flessione come durante la camminata in salita o la pedalata in bicicletta. I riflessi osteotendinei possono essere normali o ridotti agli arti inferiori e possono essere presenti di-

sturbi vescicosfinterici, per interessamento anche delle radici sacrali.

A ciò vanno aggiunte patologie infiammatorie, muscolari (come nel caso di alcune miopatie), neoplastiche (sarcomi, tumori ossei, lesioni metastatiche), reumatologiche e altre che possono manifestarsi con una sintomatologia dolorosa riferita alle gambe. Tutto ciò rende il processo diagnostico particolarmente insidioso e giustifica in parte i notevoli ritardi riportati in letteratura circa la corretta diagnosi della CECS.

Indagini strumentali

La diagnosi della CECS richiede abitualmente l'esecuzione di molteplici indagini di imaging. Molte sono in grado di escludere patologie con le quali la CECS entra in diagnosi differenziale, ma poche forniscono indizi utili a confermare la diagnosi di sindrome compartimentale e nessuna ha al momento parametri di sensibilità e specificità tali da evitare metodiche diagnostiche maggiormente invasive.

L'esame radiografico standard degli arti inferiori è sempre negativo nella CECS, ma può essere utile per escludere fratture da stress. Nella MTSS è possibile evidenziare un

lieve ispessimento corticale sulla faccia posteriore della tibia. Inoltre, può essere utile anche l'esame scintigrafico osseo che, nella MTSS, può evidenziare una marcata captazione lineare lungo il margine interosseo della tibia, mentre l'esame resta costantemente negativo nei pazienti con la CECS¹⁷. Anche nelle fratture da stress l'esame scintigrafico può essere positivo.

La risonanza magnetica rappresenta ad oggi uno strumento promettente nella diagnosi non invasiva della CECS. Alcuni autori¹⁸ hanno riportato risultati che mostrano un segnale più alto a carico del compartimento interessato nelle sequenze T2, con riduzione dello stesso dopo fasciotomia. Purtroppo, questi dati sono a volte in contrasto con quelli di metodiche diagnostiche invasive maggiormente sensibili e specifiche. La risonanza magnetica può essere utile nell'evidenziare fratture da stress tibiali e fibulari con scarsi reperti all'esame radiografico standard. Anche l'esame di risonanza del rachide lombosacrale può essere utile nel dimostrare patologie compressive da ernia del disco o stenosi del canale lombare.

Le strutture vascolari possono essere agevolmente valutate con esame ecografico e studio con metodica Doppler dei flussi. In casi selezionati, laddove esista un sospetto fondato di patologie compressive di difficile inquadramento diagnostico (come la sindrome da intrappolamento dell'arteria poplitea), può essere utile un approfondimento con esame angiografico. In alcuni pazienti è necessario, inoltre, valutare la funzione di un nervo periferico nelle sue componenti sensitive e motorie con l'ausilio di esami elettroencefalografici ed elettromiografici, al fine di escludere neuropatie periferiche di diversa etiologia. Nuove metodiche sono allo studio per valutare l'effettiva possibilità di una diagnosi non invasiva, come l'impiego della *Near Infrared Spectroscopy* (NIRS)¹⁹ in grado di valutare la saturazione dell'emoglobina e quindi il livello di ischemia in una determinata regione anatomica.

Al momento, purtroppo, le metodiche disponibili consentono soprattutto di escludere altre patologie e la diagnosi della CECS è possibile solo con la misurazione diretta della pressione intracompartimentale, ottenuta grazie a dispositivi portatili di vario tipo, che tramite aghi e/o cateteri misurano la pressione all'interno di uno specifico compartimento a riposo, durante lo sforzo e nelle fasi post-esercizio. I valori pressori normali sono compresi tra 0 e 8 mmHg⁸. È importante ricordare che esistono diversi metodi per misurare la pressione intracompartimentale e che la misurazione va praticata da personale esperto e in centri specializzati. Nonostante l'eterogeneità dei metodi proposti, gli studi su larghe coorti di soggetti affetti dalla CECS hanno consentito di identificare criteri pressori precisi per porre o escludere diagnosi (criteri di Pedowitz)²⁰. In base a quanto proposto, è necessario avere una delle tre seguenti condizioni: (1) una pressione a riposo di ≥ 15 mm Hg, (2) una pressione a 1 minuto post-eser-

cizio ≥ 30 mm Hg o (3) una pressione a 5 minuti post-esercizio ≥ 20 mm Hg. La contemporanea presenza di più di una delle predette condizioni avvalor ulteriormente la diagnosi. Inoltre, va ricordato che la posizione del ginocchio e della caviglia può influenzare la pressione intracompartimentale²¹; solitamente le pressioni vengono misurate col ginocchio a 10-30° di flessione e con la caviglia a circa 20° di flessione plantare. I criteri di Pedowitz hanno dimostrato alta sensibilità (97%), ma bassa specificità (10%) e un valore predittivo positivo del 79%²².

Solitamente la pressione nel compartimento anteriore è misurata inserendo l'ago circa 2 cm lateralmente alla cresta tibiale al terzo medio di gamba. Il compartimento laterale è valutato al terzo medio con infissione dell'ago in corrispondenza della fibula, tra setto intermuscolare anteriore e posteriore. La valutazione del compartimento posteriore superficiale è relativamente semplice e sia il ventre laterale che mediale del gastrocnemio possono essere testati. Il compartimento posteriore profondo è valutato mediante infissione dell'ago nella regione mediale della gamba, immediatamente al di dietro del margine mediale della tibia. Alcuni autori²³ hanno tuttavia descritto un approccio anterolaterale, con l'inserzione dell'ago attraverso il compartimento anteriore immediatamente a lato della cresta tibiale fino ad avvertire una sensazione di "scatto" nel momento in cui si supera la membrana interossea e si giunge così al compartimento posteriore profondo.

Trattamento

Le opzioni terapeutiche per il paziente affetto dalla CECS sono molteplici e prevedono trattamenti comportamentali, con modifica dell'attività fisica, conservativi e chirurgici.

Alcuni pazienti per evitare l'instaurarsi della sintomatologia dolorosa, sono costretti a sospendere o modificare il tipo di attività sportiva svolta. In alcuni casi viene consigliato di sostituire la corsa con il ciclismo, in quanto sembra che questo tipo di attività, sebbene in grado di garantire una buona fitness cardiorespiratoria, favorisca meno un incremento pressorio nel compartimento anteriore²⁴. Tuttavia, ciò può essere particolarmente difficile e limitante soprattutto per atleti professionisti.

Il trattamento conservativo è caratterizzato da massaggio e stretching e ha dimostrato alcuni risultati a breve termine, sebbene sia nella maggior parte dei casi poco risolutivo. È stato riportato, in studi con follow-up di poche settimane²⁵, un lieve miglioramento della sintomatologia con insorgenza più tardiva della stessa risposta all'inizio dell'attività fisica, sebbene ciò non sia stato accompagnato da differenze significative nei valori pressori registrati. Il successo del trattamento conservativo, laddove non sia possibile attuare un trattamento chirurgico, resta vago e scarsamente quantificabile, con risultati spesso poco soddisfacenti e duraturi nel tempo. In casi particolarmente invalidanti e in atleti che desi-

derino riprendere la precedente attività sportiva, viene solitamente posta indicazione al trattamento chirurgico con fasciotomia aperta o sottocutanea. Sono stati proposti diversi approcci con incisure singole o doppie ²⁶. L'obiettivo del trattamento è quello di creare una discontinuità nelle strutture fasciali che delimitano il compartimento affetto, incrementando così il volume del "contenitore" e determinando una conseguente riduzione della pressione intracompartimentale. Oggi è possibile un approccio anche endoscopico. I risultati sono in genere buoni in termini di sollievo della sintomatologia dolorosa e di soddisfazione del paziente con risultati positivi superiori al 90% ^{10,27}. I risultati positivi della fasciotomia sembrano anche duraturi nel tempo, con percentuali di soddisfazione di oltre il 60% a 51 mesi in media dalla procedura ²⁸ e con un tasso di recidiva di circa il 3-12%, legato probabilmente a un'insufficiente fasciotomia ²⁹ o a una fibrosi post-procedura che limita ulteriormente il volume compartimentale ³⁰. Le recidive sono minori nel caso di fasciotomia aperta rispetto a una fasciotomia sottocutanea (2% vs 11%) ¹⁶. Il tasso di successo della procedura è notevolmente più alto se effettuato a carico dei compartimenti anteriore e laterale. Risultati più scarsi sono ottenuti nel trattamento del compartimento posteriore profondo, forse a causa di una inadeguata decompressione del muscolo tibiale posteriore per una complessità anatomica maggiore della regione o per l'impossibilità di accedere alle suddivisioni muscolari più piccole ^{15,31}.

In letteratura sono riportate poche complicanze, con un tasso di incidenza di circa l'11%¹⁰, quali lesioni nervose periferiche, soprattutto a carico del nervo fibulare superficiale e del nervo safeno, lesioni vascolari, ematomi, trombosi venosa profonda. Sono stati riportati casi di

sindrome compartimentale acuta insorti dopo trattamento della CECS ³². Per tale motivo i pazienti vanno educati in merito ai sintomi della sindrome compartimentale acuta in modo da consentire una più semplice diagnosi di questa complicanza e un trattamento immediato, dato che un periodo di ischemia maggiore di 12 ore determina danni irreversibili a nervi e muscoli.

Dopo l'intervento viene praticato solitamente un bendaggio compressivo per i primi 2-3 giorni. Successivamente, è possibile effettuare esercizi di mobilizzazione passiva e motilità attiva, con la ripresa graduale del carico al fine di evitare aderenze cicatriziali. Il trattamento riabilitativo è breve, con la ripresa dell'attività completa in 6-8 settimane in caso di assenza di complicanze ¹⁵.

Conclusioni

La CECS rappresenta un'entità patologica spesso poco nota, di difficile inquadramento clinico. Ciò determina un notevole ritardo nella diagnosi e conseguentemente nel trattamento di tale disordine. Un'attenta anamnesi, un esame clinico ponderato e alcuni esami strumentali sono indispensabili per escludere altre patologie e per orientare la diagnosi. Nel caso di fondato sospetto clinico è possibile confermare l'esistenza di tale condizione grazie alla misurazione diretta della pressione intracompartimentale. In futuro, è probabile che esami di imaging possano confermare la presenza di pressioni elevate all'interno di specifici compartimenti anatomici in maniera non invasiva. Il trattamento conservativo ha dimostrato risultati scarsi e poco soddisfacenti nella maggior parte dei casi. L'approccio di prima scelta a oggi resta di tipo chirurgico, mediante fasciotomia, che consente la risoluzione della sintomatologia dolorosa e una valida ripresa dell'attività fisica nella maggior parte dei pazienti.

Bibliografia

- Wilder RP. *Exertional compartment syndrome*. Clin Sports Med 2010;29:429-35.
- Fronck J, Mubarak SJ, Hargens AR, et al. *Management of chronic exertional anterior compartment syndrome of the lower extremity*. Clin Orthop 1987;220:217-27.
- Schubert AG. *Exertional compartment syndrome: review of the literature and proposed rehabilitation guidelines following surgical release*. Int J Sports Phys Ther 2011;6:126-41.
- Frontera WR, Silver JK, Rizzo TD Jr. *Essentials of physical medicine and rehabilitation*. Canada: Hanley and Belfus 2002.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Anatomia umana a orientamento clinico*. Rozzano (MI): Casa Editrice Ambrosiana 2015.
- Hislop M, Tierney P, Murray P, et al. *Chronic exertional compartment syndrome: the controversial "fifth" compartment of the leg*. Am J Sports Med 2003;31:770-6.
- Gill CS, Halstead ME, Matava MJ. *Chronic exertional compartment syndrome of the leg in athletes: evaluation and management*. Phys Sportsmed 2010;38:1-7.
- Hutchinson MR, Ireland LM. *Common compartment syndromes in athletes: treatment and rehabilitation*. Sports Med 1994;17:200-8.
- Shah SN, Miller BS, Kuhn JE. *Chronic exertional compartment syndrome*. Am J Ortho 2004;33:335-41.
- Detmer DE, Sharpe K, Sufit RL, et al. *Chronic compartment syndrome: diagnosis, management, and outcomes*. Am J Sports Med 1985;13:162-70.
- Balduini FC, Shenton DW, O'Connor KH, et al. *Chronic exertional compartment syndrome: correlation of compartment pressure and muscle ischemia utilizing 31PNMR spectroscopy*. Clin Sports Med 1993;12:151-65.
- Trease L, van Every B, Bennell K, et al. *A prospective blinded evaluation of exercise thallium-201 SPET in patients with suspected chronic exertional compartment syndrome of the leg*. Eur J Nucl Med 2001;28:688-95.
- Brennan FH, Kane SF. *Diagnosis, treatment options, and rehabilitation of chronic lower leg exertional compartment syndrome*. Curr Sport Med Report 2003;2:247-50.
- Oskay D, Meric A, Kirdi N, et al. *Neurodynamic mobilization in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome: long-term follow-up of 7 cases*. J Manipulative Physiother 2010;33:156-63.
- Tucker AK. *Chronic exertional compartment syndrome of the leg*. Curr Rev Musculoskelet Med 2010;3:32-7.
- Englund J. *Chronic compartment syndrome: tips on recognizing and treating*. J Fam Pract 2005;54:955-60.
- Michael RH, Holder LE. *The soleus syndrome: a cause of medial tibial*

- stress (*shin splints*). *Am J Sports Med* 1985;13:87-94.
- ¹⁸ Ringler MD, Litwiller DV, Felmlee JP, et al. *MRI accurately detects chronic exertional compartment syndrome: a validation study*. *Skeletal Radiol* 2013;42:385-92.
 - ¹⁹ Miller RR, Reid WD, Mattman A, et al. *Submaximal exercise testing with near-infrared spectroscopy in Myalgic Encephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome patients compared to healthy controls: a case-control study*. *J Transl Med* 2015;13:159.
 - ²⁰ Pedowitz RA, Hargens AR, Mubarak SJ, et al. *Modified criteria for the objective diagnosis of chronic compartment syndrome of the leg*. *Am J Sports Med* 1990;18:35-40.
 - ²¹ Gershuni DH, Yaru NC, Hargens AR, et al. *Ankle and knee position as a factor modifying intracompartmental pressure in the human leg*. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:1415-20.
 - ²² Pasic N, Bryant D, Willits K, et al. *Assessing outcomes in individuals undergoing fasciotomy for chronic exertional compartment syndrome of the leg*. *Arthroscopy* 2015;31:707-13.
 - ²³ Rorabeck CH. *Exertional tibialis posterior compartment syndrome*. *Clin Orthop* 1986;208:61-4.
 - ²⁴ Beckham SG, Grana WA, Buckley P. *A comparison of anterior compartment pressures in competitive runners and cyclists*. *Am J Sports Med* 1993;21:36-40.
 - ²⁵ Blackman PG, Simmons LR, Crossley KM. *Treatment of chronic exertional anterior compartment syndrome with massage: a pilot study*. *Clin J Sport Med* 1998;8:14-7.
 - ²⁶ Mubarak SJ. *Double-incision fasciotomy of the leg for decompression in compartment syndromes*. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59:184-7.
 - ²⁷ Schepsis AA, Martini D, Corbett M. *Surgical management of exertional compartment syndrome of the lower leg: long-term follow up*. *Am J Sports Med* 1993;21:811-7.
 - ²⁸ Slimmon D, Bennell K, Brukner P, et al. *Long-term outcome of fasciotomy with partial fasciectomy for chronic exertional compartment syndrome of the lower leg*. *Am J Sports Med* 2002;30:581-8.
 - ²⁹ Mathis JE, Schwartz BE, Lester JD, et al. *Effect of lower extremity fasciotomy length on intracompartmental pressure in an animal model of compartment syndrome: the importance of achieving a minimum of 90% fascial release*. *Am J Sports Med* 2015;43:75-8.
 - ³⁰ Fraipont MJ, Adamson GJ. *Chronic exertional compartment syndrome*. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:268-76.
 - ³¹ Mouhsine E, Garofalo R, Moretti B, et al. *Two minimal incision fasciotomy for chronic exertional compartment syndrome of the lower leg*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:193-7.
 - ³² Goldfarb S, Kaeding C. *Bilateral acute-on-chronic exertional lateral compartment syndrome of the leg: a case report and review of the literature*. *Clin J Sports Med* 1997;7:59-62.

CORRISPONDENZA

Daria Nurzynska
dariaanna.nurzynska@unina.it