

Rivascolarizzazione arteriosa del distretto sotto-genicolato

Da: Below-the-knee Interventions. van Overhagen H., Spiliopoulos S, Tsetis D. Cardiovasc Intervent Radiol (2013) 36:302–311

Traduzione italiana a cura del Dott. Valerio Da Ros, revisione a cura del Dott. Antonio Basile

Introduzione

L'ischemia critica degli arti inferiori (CLI) è una condizione che pone a rischio l'arto e la vita stessa del paziente, con un'incidenza annuale di circa 220 nuovi casi per milione di abitanti. Le occlusioni arteriose sottopoplitee, con o senza concomitante interessamento dell'asse iliaco-femorale, sono una delle principali cause di CLI [1]. Soprattutto nei pazienti con diabete, il rischio di malattia arteriosa periferica (PAD) è da 3 a 4 volte superiore rispetto ai pazienti senza diabete, e la percentuale di amputazione 5-10 volte maggiore, per questo si tende ad avere un atteggiamento terapeutico più aggressivo nei pazienti affetti da diabete. La tipica arteriopatia diabetica interessa i vasi sotto il ginocchio (BTK) ed è caratterizzata da lesioni lunghe e multifocali che coinvolgono tutti e tre i vasi infra-poplitei [2, 3].

L'avanzamento continuo nel campo della radiologia interventistica vascolare, attraverso lo sviluppo di cateteri da angioplastica a palloncino a basso profilo, differenti stent di piccolo calibro, fili guida orientabili e idrofilici, farmaci vasodilatatori, e farmaci antiaggreganti piastrinici, ha facilitato le procedure di angioplastica sottopoplitea. Le procedure percutanee endovascolari sottopoplitee, come l'angioplastica e lo stenting, sono attualmente supportate da molteplici dati clinici e costituiscono pertanto la prima linea per il trattamento delle occlusioni arteriose. L'obiettivo di questo documento è quello di fornire delle linee guida concernenti il trattamento endovascolare dell'arteriopatia obliterante cronica sottopoplitea. È fornito un algoritmo per il trattamento nella **Fig. 1** [1].

Definizioni

Il sintomo più comune associato alla malattia aterosclerotica periferica cronica degli arti inferiori è la claudicatio intermittente (CI), un dolore crampiforme durante la deambulazione causato da un inadeguato apporto di sangue alla muscolatura dell'arto inferiore. La CLI è la fase finale della PAD, con una tipica manifestazione clinica del dolore cronico ischemico a riposo (della durata di 2 settimane), perdita di tessuto dell'arto ischemico (ulcere o gangrena), o la presenza di entrambe le manifestazioni cliniche. La CLI suggerisce una condizione di cronicità e dovrebbe essere distinta dall'evento ischemico acuto [1].

Obiettivi primari del trattamento della CLI sono il sollievo dal dolore ischemico, la guarigione delle ulcere neuro-ischemiche, il miglioramento della funzionalità dell'arto ipovascolarizzato e della qualità di vita del paziente, nonché il salvataggio dell'arto dall'amputazione [1]. Una rivascolarizzazione, sia in prima istanza endovascolare, che talvolta chirurgica, è di solito necessaria per raggiungere questi obiettivi. Tuttavia, per alcuni pazienti, l'amputazione primaria può essere l'unica opzione di trattamento. La terapia dovrebbe essere diretta verso il controllo del dolore, la prevenzione delle infezioni della ferita, il controllo dei fattori di rischio dell'aterosclerosi, l'instaurazione di un'adeguata terapia anticoagulante, e quindi più in generale, la gestione del rischio cardiovascolare [1, 4].

Imaging pretrattamento

Le moderne metodiche di imaging comprendono l'angiografia digitale a sottrazione d'immagine (DSA), l'Angio-TC, varie tecniche di risonanza magnetica angiografica con mezzo di contrasto (CE-MRA) e l'Eco-Color-Doppler (ECD) [1, 5-7]. La scelta ottimale della modalità di imaging da eseguire, può variare da caso a caso e si basa sui vantaggi e svantaggi di ciascuna particolare metodica. Sebbene tutte le modalità non invasive sopra indicate siano appropriate nella valutazione dei vasi arteriosi di grande calibro sopra il ginocchio, il flusso dei vasi di piccolo calibro sottogenicolari sono meglio rappresentati dalla CE-MRA e dalla DSA super-selettiva, con il catetere posizionato appena sopra la triforcazione sottopoplitea [5, 8, 9]. La

CE-MRA è in grado di rilevare le arterie pedie, dimostrandosi in grado di influenzare la strategia di rivascolarizzazione dei vasi BTK sia nel planning pre-procedurale che in sede intra-procedurale [10]. La valutazione delle stenosi intra-stent con MRA si è dimostrata tuttavia, non pienamente soddisfacente. Sebbene la DSA sia una modalità di imaging invasiva, questa ha il potenziale vantaggio di essere diagnostica e terapeutica nella stessa sessione.

L'impiego dell'Angio-TC è spesso limitato dal piccolo calibro delle arterie BTK e dalle calcificazioni parietali, dove la presenza di calcio nella parete del vaso può causare artefatti da indurimento del fascio, ostacolando l'accuratezza nella valutazione del grado di stenosi del vaso stesso. L'ECD presenta il limite di essere operatore dipendente, tuttavia, anche se la valutazione dei vasi arteriosi sottopoplitei può essere difficoltosa nei pazienti obesi, con occlusioni dell'inflow a monte ed in presenza di calcificazioni parietali, questa metodica può essere utile per valutare la morfologia e la presenza di flusso a livello dei vasi pedidei [11].

Nei pazienti affetti da insufficienza renale cronica in stadio pre-dialitico, l'unica indagine diagnostica raccomandata prima dell'intervento è la ECD visto che, la somministrazione di mezzo di contrasto organo-iodato per via endovenosa (ev), può causare nefropatia indotta da contrasto, e l'uso di gadolinio può causare fibrosi sistemica nefrogenica [12]. Se l'imaging con ECD dà informazioni insoddisfacenti può essere considerato l'impiego della CE-MRA con gadobenato dimeglumina o gadopentetato dimeglumina, dell'angio-RM senza mdc, o dell'angiografia con CO₂ [13-15].

L'imaging pre-trattamento, in pazienti in attesa di sottoporsi a interventi di rivascolarizzazione sottopoplitea, dovrebbe fornire informazioni accurate sia per quanto riguarda le arterie a monte sia per lo stato dei vasi sottopoplitei. La valutazione delle arterie iliache, dell'arteria femorale comune, superficiale e poplitea è essenziale per la scelta del trattamento e della pianificazione procedurale (sito di accesso, materiali, tempo di procedura). La pervietà delle arterie iliache e femorali comuni è d'importanza pratica perché determinerà la strategia ottimale, attraverso un approccio anterograde omolaterale trans-femorale comune o retrogrado controlaterale.

Un imaging pre-trattamento ottimale dovrebbe anche essere in grado di identificare la localizzazione e l'estensione delle lesioni sottopoplitee, fornendo informazioni dettagliate sul sistema vascolare più distale. Soprattutto in caso di occlusioni lunghe, dovrebbe essere identificato il target di rientro distale.

Per ottenere un buon successo tecnico e clinico è necessario trattare le arterie che danno la maggiore irrorazione al piede, specialmente quelle afferenti all'area di ischemia.

Secondo il concetto di angiosoma, i territori vascolari della caviglia e del piede sono divisi in sei distinti distretti, vascolarizzati dall'a. tibiale posteriore, dall'arteria tibiale anteriore, e dall'arteria peroneale.

Alcuni autori riferiscono che nei pazienti con ulcere ischemiche, la rivascolarizzazione diretta dell'arteria che afferrisce alla lesione sia più efficace rispetto alla rivascolarizzazione di un'arteria "non target", cioè un vaso che determina la perfusione della lesione attraverso il rifornimento di arterie collaterali [16]. Altri studi hanno documentato come il successo clinico della rivascolarizzazione del piede sia tanto più favorevole quanto maggiore è il numero di arterie rivascolarizzate alla fine del trattamento [17]. Tuttavia, tutti questi risultati si basano su dati retrospettivi. Studi prospettici sono necessari per validare questi primi risultati, e quindi, nel frattempo, qualsiasi vaso occluso sotto il ginocchio, probabilmente dovrebbe essere rivascolarizzato.

Indicazioni e controindicazioni alla rivascolarizzazione

L'obiettivo primario della terapia endovascolare sottopoplitea è quello di ottenere sollievo dal dolore ischemico a riposo, facilitare la guarigione dell'ulcera/gangrena, prevenire la perdita di un arto o limitare l'estensione dell'amputazione, nonché permettere la guarigione delle ferite dopo qualsiasi tipo di amputazione. L'amputazione sopra la caviglia viene in genere definita come amputazione maggiore; l'amputazione al di sotto della caviglia come amputazione minore. Nei pazienti critici, in quelli non collaboranti, con infarto miocardico recente, con grave aritmia, o squilibrio elettrolitico, il trattamento deve essere discusso in presenza del cardiologo, dell'anestesista, o di entrambi. Nei pazienti con insufficienza

renale, l'uso alternativo della CO₂ invece dei mezzi di contrasto standard, può essere considerato. Le indicazioni e le controindicazioni al trattamento endovascolare BTK sono elencati nella **Tabella 1**. La classificazione del consenso inter-societario per la gestione del PAD (Trans Atlantic Inter-society Consensus [TASC] II) è elencata nella **Tabella 2**.

In generale, in casi di lesioni sottopoplitee classificate come TASC A o B, il trattamento endovascolare è preferito, mentre nelle lesioni TASC D, si raccomanda il bypass venoso chirurgico. Nelle lesioni TASC C, la chirurgia è il primo trattamento consigliato ma va tenuto conto delle comorbidità del paziente e delle preferenze dello stesso, così come dei tassi di successo dell'operatore. Tuttavia, in assenza di vene adeguate e/o di vasi di atterraggio chirurgico distali, specie nei pazienti chirurgici ad alto rischio, il trattamento endovascolare rappresenta l'unica opzione terapeutica valida di salvataggio d'arto. Per tali motivazioni, nei pazienti più anziani e fragili, il trattamento endovascolare è spesso il primo trattamento di scelta e dovrebbe essere tentato anche in lesioni difficili TASC C e D. Nei pazienti con una grave CI (< 10 m), che determina limitazione dello stile di vita, l'angioplastica dei vasi BTK rimane controversa. Tuttavia, può essere considerata in casi selezionati di lesioni sottopoplitee non complesse TASC A [1].

Preparazione del paziente

Tra gli esami di laboratorio da eseguire prima della procedura vanno inclusi: emocromo completo con conta piastrinica, profilo della coagulazione (tempo di protrombina, tempo di tromboplastina parziale, e rapporto normalizzato internazionale [INR]), valutazione della funzione renale (creatinina sierica o clearance della creatinina).

Le valutazioni cliniche da eseguire includono, raccolta della storia clinica del paziente (tra cui una diagnosi differenziale tra evento ischemico acuto, sub-acuto, cronico dell'arto, ed una pregressa storia di allergia a medicinali), l'esame obiettivo dettagliato delle estremità (comprese le differenze di colore e temperatura di pelle e muscoli, la posizione e la qualità dei polsi), la presenza di ulcere (in caso di pazienti diabetici differenziare le ulcere in neuropatiche, ischemiche o di tipo misto); la documentazione fotografica delle ulcere effettuata a fini di follow-up e la valutazione dell'indice pressorio caviglia-braccio. Nei pazienti con ulcere ischemiche, la pressione alla caviglia è di solito 50-70 mmHg, e nei pazienti con dolore ischemico a riposo di 30-50 mmHg. Tuttavia, in pazienti con diabete, l'indice caviglia-braccio può essere entro i limiti della norma a causa della scarsa elasticità alla compressione delle arterie distali calcifiche. Inoltre, l'aumento di flusso a livello dello shunt artero-venoso indotto dalla neuropatia del sistema nervoso autonomo, può dar luogo ad un piede relativamente caldo al tatto [1]. Le pressioni a livello del dito, dovrebbero essere valutate soprattutto in pazienti con diabete (livello critico <50 mmHg, pressione dell'ossigeno transcutaneo, livello critico <30 mmHg).

Per la valutazione cardiologica, in caso di compromissione della funzionalità renale (velocità di filtrazione glomerulare [GFR] di < 60 ml / min / 1,73 m²), i pazienti devono essere trattati secondo le linee guida internazionali della Società Europea di Radiologia urogenitale, che comprendono un'idratazione profilattica con soluzione fisiologica per infusione alla dose di 1,0-1,5 ml / kg / h, 6 h prima, durante, e per 6 ore dopo la procedura (**Tabella 3**) [12]. In regime ambulatoriale, un protocollo con bicarbonato di sodio può essere applicato perché risulta avere un effetto più veloce rispetto all'idratazione con soluzione salina isotonica. Il diabete, le malattie renali, le malattie cardiache, e l'età avanzata (superiore ai 70 anni) sono associati ad un aumentato rischio di nefropatia indotta dal mezzo di contrasto [13, 14]. Nei pazienti trattati con metformina che hanno un GFR > 60 ml / min / 1,73 m², il farmaco può essere continuata normalmente. Se il GFR è compreso tra 30 e 59 ml / min / 1,73 m², per evitare l'acidosi lattica, il trattamento con metformina deve essere interrotto 48 ore prima della procedura e dovrebbe essere ripristinato 48 ore dopo la procedura solo se la funzione renale non è deteriorata [18]. I pazienti con reazioni allergiche note al mezzo di contrasto, dovrebbero essere preparati pre-proceduralmente secondo le linee guida internazionali [12]. Se i pazienti non sono in grado di rimanere in posizione supina ed immobili sul tavolo angiografico, dovrebbero essere valutati i rischi/benefici dell'anestesia generale.

La conta piastrinica deve essere superiore a >75.000 mCL e l'INR minore di 1.5. Se non sono soddisfatti questi valori, lo stato della coagulazione deve essere corretto. Il Warfarin dovrebbe essere interrotto

almeno 3 giorni prima della procedura; in pazienti in terapia eparinica, l'infusione deve essere interrotta almeno 2 ore prima della procedura. I valori del tempo di protrombina e l'INR devono essere controllati prima dell'intervento.

Un accesso venoso periferico funzionante deve essere ottenuto (calibro 18G, se si prevede la somministrazione di emoderivati), e la vescica deve essere svuotata prima dell'inizio della procedura.

Farmaci

I pazienti con CLI dovrebbero instaurare una terapia per ridurre il rischio cardiovascolare (**Tabella 4**). Farmaci antitrombotici, statine e farmaci antipertensivi devono essere somministrati per ridurre gli eventi cardiovascolari in tutti i pazienti con CLI, anche per prevenire le complicanze peri-procedurali, ed aumentare i tassi di pervietà post-procedurale. Una terapia aggressiva con ipoglicemizzanti è raccomandata in tutti i pazienti con diabete di tipo 1 e 2 al fine di raggiungere livelli di glucosio più vicini possibile alla norma [1].

L'acido acetilsalicilico (aspirina) rappresenta il farmaco antiaggregante standard nei pazienti con CLI. Questa deve essere somministrata nei pazienti sottoposti a trattamento endovascolare BTK prima, durante, e dopo la procedura [19].

Anche se non ci sono prove scientifiche sufficienti in letteratura, alcuni autori raccomandano doppia terapia antiaggregante con clopidogrel (75 mg / die) ed aspirina (100 mg / die) 3 giorni prima dell'intervento, in pazienti che non siano già in terapia antiaggregante. Se i pazienti non sono sottoposti al doppio regime antiaggregante i 3 giorni prima della procedura, il clopidogrel può essere somministrato ad una dose di carico di 300 mg 12 ore o 600 mg 2 ore prima della procedura [20]. Durante la procedura, 3000-5000 UI di eparina deve essere somministrata per via intra-arteriosa, e durante tutta la procedura, ulteriori dosi possono essere somministrate al fine di mantenere un tempo di coagulazione attivato di circa 200-250 s (**Tabella 4**).

La nitroglicerina (100-300 microgrammi) può essere somministrata selettivamente a livello delle arterie infra-poplitee routinariamente o terapeutamente, per prevenire o risolvere vasospasmo, tenendo presente la monitorizzazione dei livelli di pressione arteriosa sistemica (**Tabella 4**) [21]. La maggior parte degli interventi BTK può essere eseguita in anestesia locale. Gli anestetici locali come la lidocaina all'1%, possono essere impiegati per eseguire l'anestesia locale a livello del sito d'accesso e somministrati sotto guida ecografica per ottimizzare gli effetti al livello del sito di puntura [18]. Una lieve sedazione cosciente (in genere fino a 50-100 microgrammi di fentanil e 5 mg di midazolam) può essere necessaria in pazienti ansiosi o in caso di procedure dolorose. I dati riguardanti il regime antiaggregante piastrinico dopo angioplastica e/o stenting dei vasi BTK sono limitati, e la maggior parte dei protocolli riportati in letteratura sono basati su studi su vasi coronarici [22]. Anche se non esiste un consenso a tal riguardo, la doppia terapia antiaggregante con aspirina (100 mg / die) e clopidogrel (75 mg / die) per 3-6 mesi e poi una singola terapia antiaggregante con 75 mg di clopidogrel o 100 mg di aspirina per tutta la vita è raccomandata (**Tabella 4**) [1, 21-26]. È stato proposto un triplice regime antiaggregante, più aggressivo, che include l'assunzione di eparina a basso peso molecolare per 14 giorni, dopo il trattamento di lesioni complesse o procedure in cui è stato rilasciato uno o più stent [25]. Alcuni pazienti sono resistenti al clopidogrel, e questo potrebbe influenzare il risultato clinico. I nuovi farmaci come ticagrelor e prasugrel sono stati valutati in studi sui vasi coronarici, ma i dati riguardanti le loro prestazioni a livello della PAD attualmente non sono ancora a disposizione [18, 27, 28].

Attrezzatura

Per eseguire procedure endovascolari sottopoplitee, è indispensabile che l'unità dedicata al tale scopo sia adeguatamente attrezzata con un angiografo a grande matrice che fornisca una qualità d'immagine eccellente, con sufficienti ingrandimenti del campo di vista. La procedura deve essere eseguita in un ospedale ben organizzato, che fornisca servizi interni essenziali, come ad esempio un reparto di terapia

intensiva e di chirurgia; il contributo di un anestesista e un chirurgo vascolare dovrebbe essere immediatamente disponibile, se necessario.

I parametri vitali del paziente devono essere costantemente monitorati. L'armamentario completo di materiali dedicati alla rivascolarizzazione dei vasi BTK è essenziale per la sicurezza e l'efficacia delle procedure endovascolari sottopoplitee.

Materiali standard includono guide con basso profilo 0.018- e 0,014 pollici, palloncini semi-complianti da 1,5-4 mm di diametro con conformazione cilindrica e conica, di lunghezza fino a più di 200 mm, con lunghezza del device fino a 150 cm per approcci controlaterali). Sono necessari stent premontati su palloncino e stent auto-espandibili da 2,25-4 mm di diametro. Sebbene sia le tecnologie over-the-wire che mono-rail possano essere utilizzate, i palloncini over-the-wire garantiscono una migliore capacità di spinta e consentono di iniettare il contrasto una volta che il filo guida sia stato rimosso. Al contrario, i palloncini mono-rail offrono sistemi di scambio più rapidi e presentano un profilo più basso. Per la rivascolarizzazione di vasi BTK, spesso sono usati nella pratica clinica anche cateteri diagnostici idrofilici da 4-5F, e fili guida dedicati da 0,035 pollici, 0.018- 0.014 pollici. Introduuttori lunghi e cateteri, sono utilizzati per fornire un supporto migliore. Vengono utilizzati anche materiali per embolizzazione (spiralì), stent ricoperti di piccolo calibro, dispositivi di recupero di corpo estraneo, cateteri e farmaci trombolitici per la gestione della trombolisi intra-procedurale (soprattutto in caso di complicanze).

I dispositivi di chiusura percutanea sono di grande valore per ottenere l'emostasi nei pazienti che hanno avuto un accesso con puntura anterograda dell'arteria femorale comune (AFC). Va notato che per alcuni di questi dispositivi, l'uso anterogrado può essere non raccomandato dalla casa produttrice (off label).

Infine, vengono utilizzati i kit da micro-puntura per approccio dall'arteria poplitea distale, dall'arteria tibiale o peroneale, attraverso la puntura eco-guidata con il color Doppler.

Caratteristiche procedurali e tecniche differenti di rivascolarizzazione

La preparazione di entrambi gli accessi inguinali, previa disinfezione della cute è raccomandata. Il sito e la direzione dell' accesso arterioso (anterogrado omolaterale o controlaterale con puntura retrograda) dipendono dalla pervietà e dallo stato dei vasi del distretto iliaco-femorale.

La patologia iliaca può essere trattata nella stessa sessione endovascolare, mediante un approccio retrogrado con puntura dell'arteria femorale comune controlaterale.

È anche possibile un accesso retrogrado omolaterale e successivamente invertire l'introduttore, od utilizzare un accesso transpopliteo o pedideo nella stessa sessione, a seconda della situazione anatomica del paziente. L'afflusso dai grandi vasi deve essere corretto prima dell'intervento sui vasi BTK.

Quando esiste una patologia occlusiva dell'arteria femorale comune omolaterale concomitante, in caso di un'adeguata sala angiografica a disposizione, l'aterectomia chirurgica con patch e l'angioplastica BTK possono essere eseguite durante la stessa procedura. In caso contrario, può essere eseguito un accesso controlaterale immediatamente o subito dopo l'aterectomia, ovvero il trattamento endovascolare può essere programmato almeno 2 settimane dopo l'intervento chirurgico, in modo tale che l'accesso omolaterale attraverso l'arteria femorale comune o superficiale possa essere effettuato in sicurezza.

Nei pazienti non obesi, senza lesioni delle arterie iliache, femorale comune, o superficiale, la puntura anterograda diretta è preferibile in caso di occlusioni distali calcifiche, perché offre superiore capacità di spinta e manovrabilità dei materiali. Da segnalare, che la tecnica del crossover retrogrado può essere quasi impossibile in caso di arterie iliache estremamente tortuose, biforcazioni aortiche ostili, protesi ad Y od endoprotesi aortiche addominali. In caso di accesso controlaterale, un introduttore lungo posizionato nell'arteria iliaca esterna omolaterale o nell'arteria femorale superficiale permette la visualizzazione angiografica selettiva dei vasi BTK. Idealmente, vengono utilizzati introduuttori da 5F o 6F in quanto consentono di effettuare i controlli angiografici durante la procedura senza la necessità di retrarre il palloncino o lo stent. Quando si utilizzano questi introduuttori lunghi, il lavaggio degli stessi in modo continuato con soluzione salina è consigliato per prevenire la trombosi del loro lume. Lo scopo dell'intervento è quello di ottenere la rivascolarizzazione di almeno uno, ma preferibilmente due o anche tre vasi BTK, in modo tale da fornire un sufficiente apporto ematico distale, all'estremità del piede.

Gli atti procedurali sono i seguenti.

Può essere utilizzata la puntura eco-guidata per effettuare un accesso arterioso trans-femorale veloce e preciso. Sotto guida ultrasonografica, l'operatore può scegliere di accedere sia all'arteria femorale comune (AFC) che all'arteria femorale superficiale (AFS). La puntura della AFS, ha il vantaggio di un percorso più diretto e rettilineo, ma è associata ad una maggiore incidenza di complicanze emorragiche. Inoltre, con guida ecografica, la puntura dell'arteria femorale profonda può essere evitato. L'accesso per via poplitea e crurale (pedidia, tibiale anteriore o posteriore) deve essere eseguito sempre sotto guida ecografica. Solo in caso di parete arteriosa calcifica, può essere utilizzata la guida fluoroscopica. Una piccola iniezione di mezzo di contrasto deve essere eseguita dopo il posizionamento dell'introduttore per regolarne la sua posizione, nel caso esso sia occludente l'afflusso sanguigno all'arto da trattare [26].

Arteriogrammi selettivi di tutto l'arto, devono essere ottenuti per avere un riferimento da confrontare con il risultato finale. Una volta posizionato il catetere a livello del tronco tibio-peroniero, viene eseguita un'angiografia super-selettiva. In generale, la visualizzazione ottimale del terzo superiore e medio delle arterie tibiali è ottenuta con una proiezione obliqua omolaterale. L'origine dell'arteria tibiale anteriore è visualizzato meglio nella proiezione obliqua controlaterale. L'imaging angiografico delle arterie tibiali distali e pedidia è realizzato meglio con una proiezione obliqua controlaterale con piede abdotto, che produce un arteriogramma laterale del piede. La proiezione ottimale per visualizzare la biforcazione dell'arteria plantare comune, l'a. dorsale del piede, ed il loop pedidio-plantare è la proiezione obliqua laterale. Per visualizzare il loop pedidio-plantare e le arterie tarso-metatarsali, deve essere ottenuta una proiezione antero-posteriore del piede [10].

Il vaso tibiale target può essere cateterizzato sia con un catetere angolato da 4-5F, sia con un piccolo catetere di supporto (2.5-3.0F). Le stenosi sono preferibilmente oltrepassate con un filo guida da 0.018-0.014 pollici. I sistemi da 0,018 pollici forniscono più forza di spinta, mentre i sistemi da 0.014 pollici sono meno traumatici e hanno un profilo più basso. Per le rivascolarizzazioni più distali, dovrebbe essere considerato maggiormente l'uso di un sistema da 0,014 pollici. In lesioni molto distali, il filo guida può essere supportato da un catetere a palloncino a basso profilo 2 o 2.5 mm invece che da un catetere da 4F. In caso di impiego della tecnica sub-intimale, è necessario l'impiego di un filo guida idrofilico da 0,035 pollici o 0,018 pollici.

I palloncini con tecnologia Over-the-wire dimostrano una forza di spinta superiore e quindi sono maggiormente efficaci nell'attraversare lesioni molto strette e calcifiche.

I vasi calcifici rappresentano una sfida per entrambe le tecniche di angioplastica endoluminale (gonfiaggio del palloncino non ottimale) e tecnica sub-intimale (difficoltà a rientrare nel lume vero del vaso, ed aumento del rischio di rottura del vaso stesso).

Le dimensioni del palloncino o dello stent sono scelte in funzione del diametro, della lunghezza della lesione e del vaso di riferimento. I dati riguardanti la durata della dilatazione con palloncino sono scarse; sulla base della nostra esperienza, non esistono studi attendibili su questo argomento in letteratura. Tuttavia, una dilatazione tra i 30 s ed il minuto è di solito sufficiente. Nel caso in cui l'esito della prima angioplastica sia subottimale a causa della dilatazione inadeguata e/o del ritorno elastico della parete del vaso, può essere eseguita una seconda dilatazione con un palloncino di diametro maggiore o per un tempo di gonfiaggio più lungo.

In caso di dissezione limitanti il flusso, il palloncino dovrebbe essere tenuto gonfiato fino a 3 min, alla pressione nominale del palloncino ovvero la lesione può essere stentata. Se la dissezione persiste dopo ulteriore dilatazione con palloncino, il rilascio di uno stent a tale livello è l'unica opzione di trattamento.

I tipi di stent disponibili per BTK includono sia stent di metallo auto-espandibile, sia stent medicati montati su palloncino [20, 24].

Occorre migliorare il flusso delle arterie tibiali (runoff) attraverso angioplastiche supplementari in caso di stenosi distali residue significative, perché i vasi sotto la caviglia possono occludersi rapidamente senza fornire un adeguato deflusso vascolare (outflow). L'uso di stent in questo distretto arterioso specifico tuttavia non è raccomandato.

Un futuro bypass chirurgico non è escluso, solo se siano conservate una zona di atterraggio non precedentemente stentata e l'esistenza di un vaso integro.

Un angiogramma finale di controllo che comprenda le porzioni distali del piede è obbligatorio prima del termine della procedura.

Nei casi in cui l'approccio anterogrado è fallito, varie tecniche retrograde possono essere utilizzate come ultima istanza per il salvataggio dell'arto (ad esempio, la tecnica "safari", attraverso la puntura retrograda distale, e la tecnica trans-collaterale che sfrutta un grande vaso collaterale per raggiungere il vaso target) [29-32]. In caso di un'occlusione della AFS che non può essere ricanalizzata, può anche essere considerato l'accesso popliteo anterogrado. Occorre adoperarsi per trattare più di un vaso tibiale, specie se questo comporti un modesto rischio procedurale aggiuntivo, in quanto questo tipo di approccio si è dimostrato in grado di migliorare il tasso di salvataggio dell'arto [16].

In caso di stenosi ricorrenti a livello di un'anastomosi chirurgica o di lesioni calcifiche pre-occlusive, tipiche dei pazienti con diabete che non rispondono ai trattamenti di angioplastica con palloncino tradizionale, possono essere utilizzati palloni ad alta pressione o con superfici di taglio (Es. cutting balloon).

Gestione post-procedurale

Routinariamente, al termine della procedura, il RI dovrebbe controllare i parametri vitali del paziente, il sito d'accesso della puntura, valutare la temperatura cutanea dell'arto trattato, nonché i polsi arteriosi a livello delle estremità distali; ottenere un emocromo completo e valutare i livelli di creatinina plasmatici. Anche se a tal riguardo non esistono in letteratura prove cliniche, morfologiche, o vantaggi in termini di costo-efficacia, i pazienti di solito entrano in un protocollo di sorveglianza che include visite regolari a distanza di 1, 3, 6 e 12 mesi dall'intervento, al fine di valutare: l'adeguata modificazione dei fattori di rischio cardiovascolare, la valutazione dell'indice pressorio caviglia-braccio, dello stato di mobilità dei pazienti e la guarigione delle ferite; il follow-up di imaging comprende la valutazione Eco-Color-Doppler, l'angio-TC, o l'angio-RM a distanza di 6 e 12 mesi e successivamente ogni anno, o anche prima in caso di recidiva clinica (l'angio-RM non è indicata nei casi in cui sono stati usati gli stent) [1]. In caso di recidiva della sintomatologia clinica, la valutazione preoperatoria deve essere eseguita come precedentemente indicato. La terapia medica basata sulla modificazione dei fattori di rischio per diabete, ipertensione, dislipidemia, fumo, e stile di vita sedentario è raccomanda vivamente. Un approccio multidisciplinare è particolarmente consigliato nei pazienti con diabete [21].

Risultati

Angioplastica Percutanea transluminale (PTA)

Allo stato attuale, la PTA è la principale tecnica da considerare nel trattamento endovascolare della malattia occlusiva infra-poplitea.

I tassi di successo delle tecniche di PTA infra-poplitee sono intorno all' 80-100% [33-39]. Le percentuali di successo dipenderanno dalla definizione di successo, la severità (stenosi vs. occlusione) e la lunghezza della lesione trattata, la qualità di afflusso e deflusso del sangue a livello del piede, e la concomitante presenza di calcificazioni, diabete e insufficienza renale. I tassi di salvataggio d'arto dopo PTA a 2 anni arrivano fino all' 80%, ma questo dipende dalle condizioni cliniche del paziente e dall'estensione anatomica della malattia [39].

Sulla base della nostra esperienza, attualmente non esistono studi prospettici randomizzati che confrontino il trattamento endovascolare e la chirurgia con bypass in pazienti con malattia occlusiva infra-poplitea e CLI. I dati di una meta-analisi sull'angioplastica infra-poplitea per CLI, sono stati comparati con quelli di una meta-analisi di bypass venoso popliteo-distale per il trattamento di CLI [37, 38]. Il tasso di pervietà primaria della PTA a 6 mesi ($65 \pm 7,0\%$) e 12 mesi ($58,1 \pm 4,6\%$) è risultata significativamente inferiore a quello di un intervento chirurgico di bypass ($85,8 \pm 2,1\%$, $p < 0,05$ e $81,5 \pm 2,0\%$, $p < 0,05$, rispettivamente), ma non vi era alcuna differenza significativa in termini di tasso di salvataggio d'arto a 6 mesi ($88,2 \pm 4,4\%$ vs $90,9 \pm 1,9\%$) e 12 mesi ($86,0 \pm 2,7\%$ vs $88,5 \pm 2,2\%$).

Usando in modo preferenziale la PTA nella CLI e la chirurgia con bypass nei pazienti non suscettibili di PTA, dei 32 arti trattati con angioplastica infra-poplitea e lesioni prevalentemente di tipo TASC D, i tassi di pervietà primaria cumulativa a 2 anni sono stati del 60% ed i tassi di salvataggio d'arto del 76%. Negli 82 arti che hanno subito un intervento chirurgico di bypass infra-popliteo, la pervietà primaria cumulativa è stata del 53% ed il salvataggio dell'arto del 57%. A 30 giorni, i tassi di mortalità e di complicanze erano più alti per tutti i pazienti sottoposti a bypass infra-inguinale (5,2 e 35%, rispettivamente) rispetto a quelli sottoposti a PTA infra-inguinale (2,7 e 8,3%, rispettivamente) [39].

Un'analisi su 1023 pazienti, di cui 262 sottoposti a PTA e 761 a bypass chirurgico, ha riportato risultati simili a 5 anni in termini di salvataggio d'arto (75,3 vs 76,0%), di tassi di sopravvivenza (47,5 vs 43,3%), e di sopravvivenza libera da amputazione (37,7 vs 37,3%) [40]. Quindi, i fattori da considerare nella scelta tra PTA e chirurgia dovrebbe includere l'estensione anatomica e la posizione delle lesioni, le comorbidità ed il rischio di mortalità legata alla procedura, che sembra essere inferiore per il trattamento endovascolare rispetto ad un intervento chirurgico di bypass [1, 36, 38, 41]. In uno studio che ha utilizzato il database del programma di qualità chirurgica nazionale, il tasso di mortalità/morbilità maggiore a 30 giorni di un intervento chirurgico di bypass sottoinguinale arrivava al 19,5%, facendo concludere agli autori che "quando si considera la metodologia di rivascolarizzazione degli arti inferiori, è necessario mantenere rigorose indicazioni al bypass chirurgico sottoinguinale" [41].

Drug-Eluting Balloons (DEB, palloncini a rilascio di farmaco)

I palloni medicati sono stati recentemente introdotti come sistemi a rilascio locale di farmaco e rappresentano un'alternativa agli stent a rilascio di farmaco. Il vantaggio di questi dispositivi è che offrono l'effetto anti-proliferativo indotto dall'eluizione del farmaco a livello locale senza lasciare un corpo estraneo metallico sulla parete dell'arteria. Questo potrebbe ridurre i tassi di re-stenosi e agevolare futuri re-interventi sul vaso trattato, soprattutto in caso di lesioni localizzate in sedi anatomiche particolari come le biforcazioni infra-poplitee e le arterie tibiali distali, dove non è raccomandato l'impiego dello stenting [20]. I primi dati riguardanti il trattamento dei vasi BTK con catetere a palloncino a rilascio di paclitaxel sono stati riportati da uno studio monocentrico su 104 pazienti (82,6% dei quali aveva CLI) con lesioni di lunghezza di almeno >80 mm (media \pm SD lesione 176 \pm 88 millimetri). Il miglioramento clinico è stato osservato nel 91,2% e la completa guarigione della ferita in 74,2% dei pazienti, mentre i tassi di rivascolarizzazione della lesione target e del salvataggio d'arto ad 1 anno sono stati rispettivamente del 17,3 e 95,6%. Il tasso di re-stenosi angiografica a 3 mesi era significativamente più bassa rispetto ad un gruppo di controllo storico trattato con angioplastica a palloncino tradizionale (27,4 vs 69%, rispettivamente) [42]. I risultati di diversi studi caso-controllo randomizzati multicentrici, che indagano la reale efficacia della tecnologia dei palloncini a rilascio di farmaco per il trattamento della malattia infra-poplitee sono dunque attesi.

Stents

L'uso di stent metallici nelle arterie infra-poplitee è generalmente riservato a pazienti con stenosi residua post-angioplastica, dissezioni limitanti il flusso, o ritorno elastico della parete vasale dopo PTA. Sebbene l'uso di stent nei vasi BTK sia tecnicamente fattibile e sicuro, non ci sono prove a sostegno del rilascio di stent in prima istanza [43-45]. In un piccolo studio prospettico randomizzato monocentrico in cui sono stati trattati 38 arti in 35 pazienti con CLI, non è stata trovata alcuna differenza statisticamente significativa in termini di sopravvivenza ad 1 anno di follow-up tra PTA e stenting primario (69,3 vs 74,7%), salvataggio d'arto (90 vs 91,7%), e pervietà primaria (66 vs 56%) o secondaria (79,5 vs. 64%) [46]. Viceversa, sono stati riportati risultati entusiasmanti per quanto riguarda l'uso di stent a rilascio di farmaco, in particolare per gli stent sirolimus a livello delle arterie sottopoplitee [47]. Allo stato attuale, tutti gli stent a eluizione di farmaco sono montati su palloncino e quindi di lunghezza limitata. Uno studio monocentrico, prospettico, a doppio braccio, ha confrontato il tasso di salvataggio d'arto in pazienti trattati con PTA seguita dal rilascio o di uno stent a rilascio di Sirolimus o di uno stent metallico semplice, dimostrando una pervietà primaria significativamente migliore ed un minor numero di re-interventi ad 1 e 3 anni con gli stent a rilascio di sirolimus, ma al follow-up ad 1 anno, non ha documentato alcuna differenza significativa tra i due gruppi in termini di mortalità (13,8 vs. 10,3%) e recupero dell'arto (100 vs 96%) [29].

Uno studio multicentrico a doppio cieco, prospettico, randomizzato ha messo a confronto 161 pazienti con CLI o CI trattati a livello infra-popliteo o con stent a rilascio di Sirolimus senza polimero o con stent metallici standard. Per tutti i pazienti, il tasso di pervietà primaria ad 1 anno era significativamente più alto per gli stent a rilascio di sirolimus (80,6%) rispetto a quelli trattati con stent metallici standard (55,6%, $p = 0,004$). Tuttavia, il tasso di salvataggio d'arto tra i due gruppi era comparabile (98,4 vs 96,8%, $p = 0,61$). Per i pazienti con sola CLI, i tassi di pervietà primaria ad un anno non differivano in modo significativo tra i due gruppi (75 vs 56,5%, $p = 0,23$) [48].

Nello studio DESTINY, 140 pazienti, con CLI (categorie Rutherford 4 e 5) ed un massimo di due lesioni aterosclerotiche focali in una o più arterie sottopoplitee, sono stati randomizzati tra stent metallici standard e stent-everolimus a rilascio di farmaco. La pervietà arteriosa primaria, definita come assenza di re-stenosi $>50\%$ a 12 mesi, è stata significativamente più elevata nei casi trattati con stent everolimus - vs stent metallici standard (85 vs 54%), ma questa è stata ottenuta solo nel 46%. Non è stata riscontrata differenza nella riduzione del dolore o salvataggio d'arto tra i due gruppi. Il tasso di amputazione maggiore è stata solo del 3% ed il tasso di amputazione maggiore associato a morte è stato solo del 19% a 12 mesi; ciò può essere dovuto alla selezione di pazienti con lesioni brevi, probabilmente, come gli autori stessi hanno ipotizzato, condizione atipica nei pazienti con CLI [49].

Altri studi randomizzati riguardanti l'uso di stent a rilascio di farmaco per vasi BTK sono l'ACHILLE (stent a rilascio di Sirolimus vs. PTA in pazienti con CLI e CI) e lo studio PADI (confronto tra stent a eluizione di paclitaxel e PTA in pazienti con CLI) [50]. I risultati di questi trial devono ancora essere pubblicati.

Uno studio prospettico randomizzato multicentrico, su 117 pazienti con CLI che mette a confronto stent riassorbibili e PTA ha riportato un tasso di pervietà angiografica a 6 mesi significativamente inferiore per le lesioni trattate con uno stent riassorbibile rispetto a quelli trattati con PTA (pervietà 31,8 vs 58% $p = 0,013$) [51].

L'uso di stent rivestiti in carbonio (in combinazione con clopidogrel per 4 settimane) è stato confrontato con PTA (senza somministrazione di clopidogrel) in uno studio multicentrico prospettico randomizzato su 131 lesioni in 88 pazienti. A 3 mesi, è stato riscontrato un miglioramento dei risultati clinici più frequente nel gruppo dei pazienti trattati con stent di carbonio rivestito (81,8%) rispetto al gruppo trattato con sola PTA (62,5%). A 9 mesi, tuttavia, il risultato clinico è stato smentito, infatti è stato riscontrato un miglioramento clinico a 9 mesi nel 58,3% dei pazienti nel gruppo PTA e nel 47,4% dei pazienti del gruppo con stent. Anche se numericamente i dati angiografici a 9 mesi hanno indicato risultati inferiori nei pazienti trattati con PTA, questi risultati non erano statisticamente significativi [52].

Complicanze e gestione delle complicanze

Il tasso di complicanze immediate che si verificano durante o subito dopo le procedure endovascolari sottopoplitee è riportato tra il 2 ed il 10% dei casi [33-36]. Il numero di complicanze sembra dipendere dalla definizione che viene utilizzata per identificarle. Le complicanze maggiori e minori spesso non sono ben definite, ed analizzandole separatamente, i risultati a riguardo sono spesso carenti. Complicanze maggiori si osservano di solito nel 3-4% della totalità e quelle minori nei restanti casi. La maggior parte degli eventi avversi più frequentemente riportate sono l'occlusione vasale, lo sviluppo di ematomi e di pseudoaneurismi a livello del sito di puntura ed i sanguinamenti a livello del sito d'accesso o retroperitoneali.

L'occlusione vasale a causa di una dissezione limitante il flusso può essere trattata con uno stent o una PTA prolungata (3 min o più) a livello del segmento occluso. L'occlusione vasale da evento trombo-embolico può essere trattata con trombectomia per via percutanea attraverso l'aspirazione con un catetere o l'impiego di un catetere da trombolisi, attraverso cui viene infusa urochinasi o attivatore tissutale del plasminogeno. Vasodilatatori come la nitroglicerina possono essere somministrati in caso di stenosi od occlusione del vaso causata da spasmi parietali.

Un fallimento di una procedura di PTA non sembra precludere un successivo intervento di bypass chirurgico finché è conservata una zona di atterraggio distale, preservata da stenting [1]. Pseudo-aneurismi del sito di accesso, possono essere trattati con iniezione eco-guidata di trombina o compressione eco-guidata; la

chirurgia è riservata a casi eccezionali. Il sanguinamento retroperitoneale può essere trattato nella maggior parte dei casi con uno stent ricoperto o, in caso di insuccesso endovascolare, con la riparazione chirurgica. Le complicanze dell'accesso trans-pedidio comprendono sanguinamento, formazione di pseudo-aneurismi, grave spasmo fino all'occlusione completa del vaso tale da portare alla perdita dell'arto.

Conclusioni

Le tecniche endovascolari sottopoplitee rappresentano metodi di trattamento di prima linea nei pazienti con occlusione arteriosa sotto-genicolata. Una corretta pianificazione dell'iter diagnostico-terapeutico del paziente, l'impiego di adeguate tecniche di rivascolarizzazione endovascolare, un attento follow-up post-procedurale e la gestione farmacologica del paziente sono cruciali per l'ottenimento dell'esito clinico desiderato.

Bibliografia

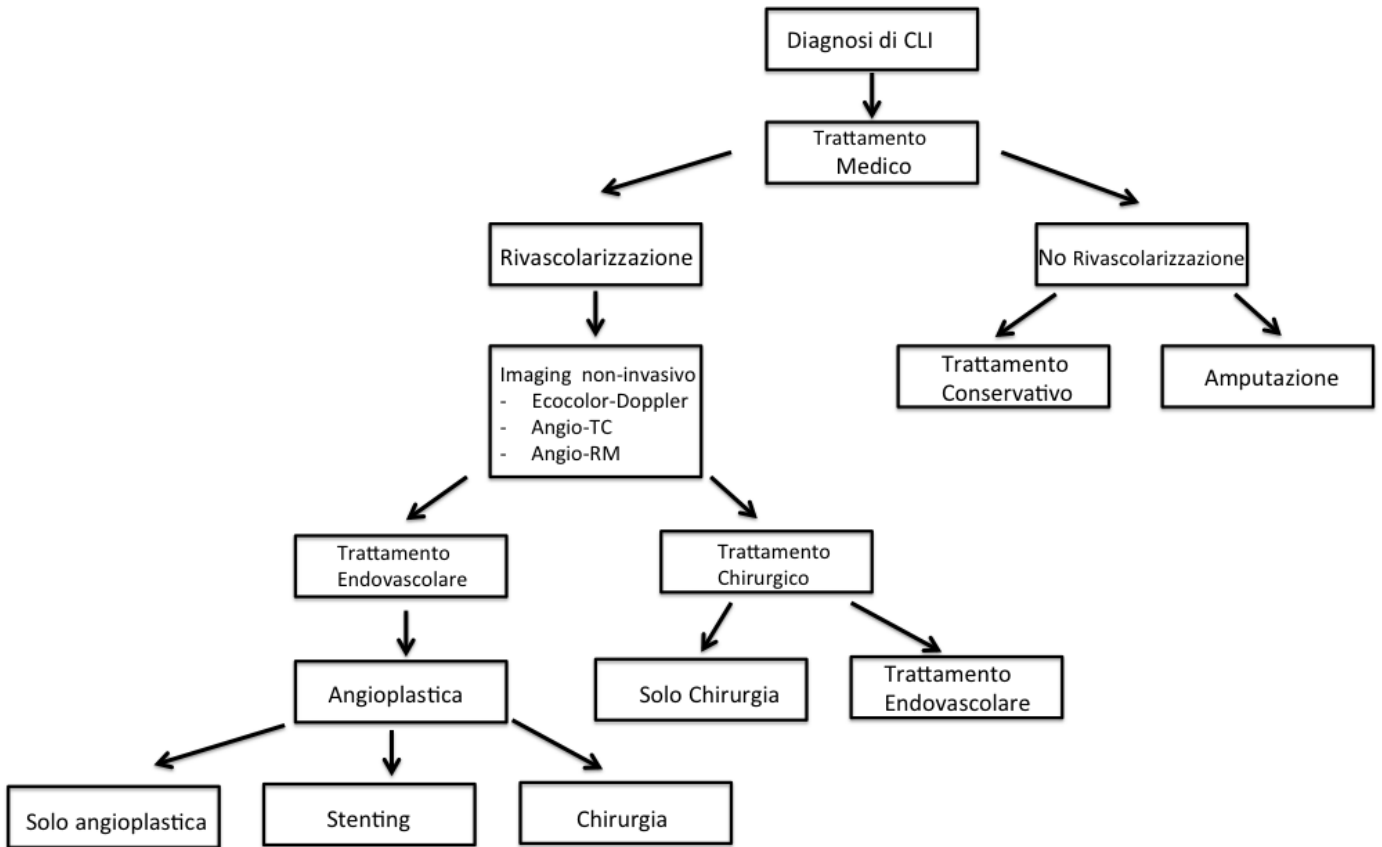
1. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA et al (2007) Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 3(suppl 1):S1–S75
2. Spiliopoulos S, Katsanos K, Karnabatidis D et al (2010) Cryoplasty versus conventional balloon angioplasty of the femoropopliteal artery in diabetic patients: long-term results from a prospective randomized single-center controlled trial. *Cardiovasc Intervent Radiol* 33:929–938
3. Graziani L, Silvestro A, Bertone V et al (2007) Vascular involvement in diabetic subjects with ischemic foot ulcer: a new morphologic categorization of disease severity. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 33:453–460
4. Rooke TW, Hirsch AT, Misra S et al (2011) 2011 ACCF/AHA focused update of the guideline for the management of patients with peripheral artery disease (updating the 2005 guideline). *Vasc Med* 16:452–476
5. Haider CR, Riederer SJ, Borisch et al (2011) High temporal and spatial resolution 3D time-resolved contrast-enhanced magnetic resonance angiography of the hands and feet. *J Magn Reson Imaging* 34:2–12
6. Soulez G, Therasse E, Giroux MF et al (2011) Management of peripheral arterial disease: role of computed tomography angiography and magnetic resonance angiography. *Presse Med* 40(9 pt 2):e437–e452
7. Voth M, Haneder S, Huck K et al (2009) Peripheral magnetic resonance angiography with continuous table movement in combination with high spatial and temporal resolution time-resolved MRA with a total single dose (0.1 mmol/kg) of gadobutrol at 3.0 T. *Invest Radiol* 44:627–633
8. Collins R, Burch J, Cranny G et al (2007) Duplex ultrasonography, magnetic resonance angiography, and computed tomography angiography for diagnosis and assessment of symptomatic, lower limb peripheral arterial disease: systematic review. *BMJ* 334(7606):1257
9. Manzi M, Cester G, Palena LM et al (2011) Vascular imaging of the foot: the first step toward endovascular recanalization. *Radiographics* 31:1623–1636
10. Kreitner KF, Kunz RP, Herber S et al (2008) MR angiography of the pedal arteries with gadobenate dimeglumine, a contrast agent with increased relaxivity, and comparison with selective intraarterial DSA. *J Magn Reson Imaging* 27:78–85
11. Hofmann WJ, Walter J, Ugurluoglu A et al (2004) Preoperative high-frequency duplex scanning of potential pedal target vessels. *J Vasc Surg* 39:169–175
12. Stacul F, van der Molen AJ, Reimer P et al (2011) Contrast induced nephropathy: updated ESUR Contrast Media Committee guidelines. *Eur Radiol* 21:2527–2541
13. Erselcan T, Egilmez H, Hasbek Z, Tandogan I (2012) Contrast-induced nephropathy: controlled study by differential GFR measurement in hospitalized patients. *Acta Radiol* 53:228–232
14. Altun E, Martin DR, Wertman R et al (2009) Nephrogenic systemic fibrosis: change in incidence following a switch in gadolinium agents and adoption of a gadolinium policy report from two US universities. *Radiology* 253:689–696
15. Miyazaki M, Akahane M (2012) Non contrast enhanced MR angiography: established techniques. *J Magn Reson Imaging* 35:1–19. doi:10.1002/jmri.22789
16. Lida O, Soga Y, Hirano K et al (2011) Long-term results of direct and indirect endovascular revascularization based on the angiosome concept in patients with critical limb ischemia presenting with isolated below-the-knee lesions. *J Vasc Surg* 55:363–370
17. Peregín J, Koznar B, Kovac J et al (2010) PTA of infrapopliteal arteries: long-term clinical follow-up and analysis of factors influencing clinical outcome. *Cardiovasc Intervent Radiol* 33:720–725
18. Spiliopoulos S, Katsanos K, Diamantopoulos A, Karnabatidis D, Siablis D (2011) Does ultrasound-guided lidocaine injection improve local anaesthesia before femoral artery catheterization? *Clin Radiol* 66:449–455

19. Altenburg A, Haage P (2012) Antiplatelet and anticoagulant drugs in interventional radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol* 35:30–42
20. Karnabatidis D, Spiliopoulos S, Katsanos K, Siablis D (2012) Below the knee drug-eluting stents and drug-coated balloons. *Expert Rev Med Devices* 9:85–94
21. Lumsden AB, Davies MG, Peden EK (2009) Medical and endovascular management of critical limb ischemia. *J Endovasc Ther* 16(2 suppl 2):II31–II62
22. Feldman DN, Fakorede F, Minutello RM et al (2010) Efficacy of high-dose clopidogrel treatment (600 mg) less than two hours before percutaneous coronary intervention in patients with non ST-segment elevation acute coronary syndromes. *Am J Cardiol* 105:323–332
23. Leon MN, Baim DS, Popma JJ et al (1998) A clinical trial comparing three antithrombotic drug regimens after coronary stenting. Stent Anticoagulation Restenosis Study Investigators. *N Engl J Med* 339:1665–1675
24. Karnabatidis D, Spiliopoulos S, Diamantopoulos A et al (2011) Primary everolimus-eluting stenting versus balloon angioplasty with bailout bare metal stenting of long infrapopliteal lesions for treatment of critical limb ischemia. *J Endovasc Ther* 18:1–12
25. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K et al (2007) Sirolimus eluting versus bare stents after suboptimal infrapopliteal angioplasty for critical limb ischemia: enduring 1 year angiographic and clinical benefit. *J Endovasc Ther* 14:241–250
26. Tsetis D, Belli AM (2004) The role of infrapopliteal angioplasty. *Br J Radiol* 77:1007–1015
27. Price MJ, Berger PB, Teirstein PS et al (2011) Standard vs high dose clopidogrel based on platelet function testing after percutaneous coronary intervention: the GRAVITAS randomized trial. *JAMA* 305:1097–1105
28. Parodi G, Marcucci R, Valenti R et al (2011) High residual platelet reactivity after clopidogrel loading and long-term cardiovascular events among patients with acute coronary syndromes undergoing PCI. *JAMA* 306:1215–1223
29. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K et al (2009) Infrapopliteal application of sirolimus-eluting versus bare metal stents for critical limb ischemia: analysis of long-term angiographic and clinical outcomes. *J Vasc Interv Radiol* 20:1141–1150
30. Manzi M, Fusaro M, Ceccacci T et al (2009) Clinical results of below-the knee intervention using pedal–plantar loop technique for the revascularization of foot arteries. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 50:331–337
31. Fusaro M, Dalla Paola L, Biondi-Zoccai G (2007) Pedal–plantar loop technique for a challenging below-the-knee chronic total occlusion: a novel approach to percutaneous revascularization in critical lower limb ischemia. *J Invasive Cardiol* 19:E34–E37
32. Gandini R, Pipitone V, Stefanini M et al (2007) The “safari” technique to perform difficult subintimal infragenicular vessels. *Cardiovasc Intervent Radiol* 30:469–473
33. Varty K, Bolia A, Naylor AR et al (1995) Infrapopliteal percutaneous transluminal angioplasty: a safe and successful procedure. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 9:341–345
34. Dormandy JA, Rutherford RB (2000) Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC working group. Transatlantic inter-society consensus (TASC). *J Vasc Surg* 31:S1–S296
35. Söder HK, Manninen HI, Jaakola PJ et al (2000) Prospective trial of infrapopliteal artery balloon angioplasty for critical limb ischemia: angiographic and clinical results. *J Vasc Intervent Radiol* 11:1021–1031
36. Conrad MF, Kang J, Cambria RP et al (2009) Infrapopliteal balloon angioplasty for the treatment of chronic occlusive disease. *J Vasc Surg* 50:799–805
37. Romiti M, Albers M, Brochado-Neto FC et al (2008) Meta-analysis of infrapopliteal angioplasty for chronic critical ischemia. *J Vasc Surg* 47:975–981
38. Albers M, Romiti M, Brochado-Neto FC et al (2006) Meta-analysis of popliteal to distal vein bypass grafts for critical ischemia. *J Vasc Surg* 43:498–503
39. Haider SN, Kavanagh EG, Forlee M et al (2006) Two-year outcome with preferential use of infrainguinal angioplasty for critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 43:504–512
40. Söderström MI, Arvela EM, Korhonen M et al (2010) Infrapopliteal percutaneous transluminal angioplasty versus bypass surgery as first-line strategies in critical leg ischemia. A propensity score analysis. *Ann Surg* 252:765–773
41. LaMuraglia GM, Conrad MF, Chung T et al (2009) Significant perioperative morbidity accompanies contemporary infrainguinal bypass surgery: an NSQIP report. *J Vasc Surg* 50:299–304
42. Schmidt A, Piorkowski M, Werner M et al (2011) First experience with drug eluting balloons in infrapopliteal arteries. *J Am Coll Cardiol* 6(58):1105–1109
43. Kickuth R, Keo HH, Triller J et al (2007) Initial clinical experience with the 4F self-expanding XPERT stent system for infrapopliteal treatment of patients with severe claudication and critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 18:703–708
44. Peregrin JH, Smirová S, Nonvotný J et al (2008) Self-expandable stent placement in infrapopliteal arteries after unsuccessful angioplasty failure: one-year follow-up. *Cardiovasc Intervent Radiol* 31:860–864
45. Donas KP, Torsello G, Schwindt A et al (2010) Below knee bare nitinol stent placement in high-risk patients with



- critical limb ischemia is still durable after 24 months of follow-up. *J Vasc Surg* 52:356–361
46. Randon C, Jacobs B, De Ryck F, Vermassen F (2010) Angioplasty or primary stenting for infrapopliteal lesions: results of a prospective randomized trial. *Cardiovasc Intervent Radiol* 33:260–269
 47. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K et al (2007) Infrapopliteal application of paclitaxel-eluting stents for critical limb ischemia: midterm angiographic and clinical results. *J Vasc Interv Radiol* 18:1351–1361
 48. Rastan A, Tepe G, Krankenberg H et al (2011) Sirolimus-eluting stents vs bare metal stents for treatment of focal lesions in infrapopliteal arteries: a double-blind, multi-centre, randomized clinical trial. *Eur Heart J* 32:2274–2281
 49. Bosiers M, Scheinert D, Peeters P et al (2012) Randomized comparison of everolimus-eluting versus bare-metal stents in patients with critical limb ischemia and infrapopliteal arterial occlusive disease. *J Vasc Surg* 55:390–399
 50. Martens JM, Knippenberg B, Vos JA et al (2009) Update on PADI trial: percutaneous transluminal angioplasty and drug-eluting stents for infrapopliteal lesions in critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 50:687–690
 51. Bosiers M, AMS INSIGHT Investigators et al (2009) AMS INSIGHT—Absorbable metal stent implantation for treatment of below the knee critical limb ischemia: 6-month analysis. *Cardiovasc Intervent Radiol* 32:424–435
 52. Rand T, Lammer J, Rabbia C et al (2011) Percutaneous transluminal angioplasty versus turbostatic carbon-coated stents in infrapopliteal arteries: InPeria II trial. *Radiology* 261:634–642

Fig.1: Algoritmo di trattamento dei pazienti con CLI. Modificato dal TASC II [1]



Tab.1 Indicazioni e controindicazioni al trattamento endovascolare delle occlusioni BTK

Indicazioni

- CLI; dolore a riposo (Fontaine stadio 3, Rutherford categoria 4) o ulcere/gangrene che non guariscono (Fontaine stadio 4, Rutherford categoria 5-6)
- Stenosi significative limitanti il flusso in corrispondenza dell'anastomosi o dei vasi di out-flow in pazienti sottoposti a by-pass femoro-popliteo o tibiale distale

Controindicazioni Assolute

- Paziente emodinamicamente instabile
- Gangrena umida od in caso di osteomielite in atto a meno che il trattamento endovascolare non abbia come obiettivo quello di ridurre l'estensione dell'amputazione
- Coagulopatie non corrette/non correggibili

Controindicazioni Relative

- Gravidanza
- Impossibilità del paziente a rimanere supino
- Paziente critico, anziano con demenza senile ed incapacità al movimento
- Malattia di Buerger
- Insufficienza renale

Tab. 2 Classificazione morfologica TASC (TransAtlantic Intersociety consensus delle lesioni BTK)

TASC tipo A

- Stenosi singola lunga meno di 1 cm, arteria tibiale o peroneale

TASC tipo B

- Multiple stenosi focali minori di 1cm della a. tibiale o peroneale
- Una o due stenosi focali, minori di 1 cm a livello della triforcazione di gamba
- Stenosi corte della tibiale o della peroneale con associata angioplastica dell'asse femoro-popiteo

TASC tipo C

- Stenosi lunghe 1-4cm
- Occlusioni lunghe 1-2cm dell'a. tibiale o peroneale
- Stenosi estese della triforcazione di gamba

TASC tipo D

- Occlusioni lunghe più di 2cm a carico dell'a. tibiale o peroneale
- Malattia diffusa dell'a. tibiale o peroneale

Tab. 3 Insufficienza renale

- Soluzione fisiologica (1-1.5 ml/kg/h), 6h prima e 6h dopo la procedura, in alternativa bicarbonato di sodio endovena
- Sospendere Metformina da 48h prima a 48h dopo la procedura
- Valutare la funzionalità renale dopo la procedura

Tab. 4 Farmaci per la CLI

In generale

- Antiaggreganti (aspirina)
- Anti-ipertensivi
- Statine
- Antiglicemizzanti

Peri-procedurale

- Eparina intra-arteriosa
- Aggiunta di farmaci antiaggreganti (Clopidogrel)
- Nitroglicerina intra-arteriosa (in caso di spasmo)