

# Al cuore dell'innovazione: l'organo aorta

Sara Speziali, Walter Dorigo, Rossella Di Domenico,  
Brigida Biancofiore, Marco Campolmi, Elisa Piscitello,  
Carlo Pratesi, Raffaele Pulli

## Introduzione

Per gli studenti di Medicina che si affacciano per le prime volte allo studio della Chirurgia Vascolare, l'aneurisma aortico suscita da sempre un interesse, direi quasi un fascino, speciale. La palpazione di una tumefazione pulsante addominale, l'osservazione ecografica o radiologica di una lesione aneurismatica in grado di modificare in maniera così eclatante l'anatomia ed i rapporti con le strutture adiacenti, la presenza in sala operatoria in corso di un intervento open o in sala ibrida durante un trattamento endovascolare, il dramma medico ed umano di una rottura aneurismatica rappresentano momenti che il giovane medico difficilmente dimentica durante tutta la sua carriera. Sono esperienze formative che, ben oltre il mero gesto tecnico, trasmettono allo studente il senso della complessità, dell'urgenza decisionale e della responsabilità che accompagnano questa patologia. Lo stesso è avvenuto per tanti colleghi che si sono succeduti nella frequenza della Scuola di Specializzazione dell'Ateneo Fiorentino, e che hanno potuto osservare come sia evoluto nel corso degli anni l'approccio a questa patologia così frequente e temuta nella popolazione. Dalla chirurgia open tradizionale, considerata

Sara Speziali, University of Florence, Italy, sara.speziali@unifi.it  
Walter Dorigo, University of Florence, Italy, walter.dorigo@unifi.it, 0000-0003-3814-5961  
Rossella Di Domenico, University of Florence, Italy, rossella.didomenico@unifi.it  
Brigida Biancofiore, University of Florence, Italy, brigida.biancofiore@unifi.it  
Marco Campolmi, University of Florence, Italy, marco.campolmi@unifi.it, 0009-0009-0798-0471  
Elisa Piscitello, University of Florence, Italy, elisa.piscitello@unifi.it  
Carlo Pratesi, University of Florence, Italy, carlo.pratesi@unifi.it, 0000-0003-1815-4158  
Raffaele Pulli, University of Florence, Italy, raffaele.pulli@unifi.it, 0000-0003-1343-437X

Referee List (DOI 10.36253/fup\_referee\_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup\_best\_practice)

Sara Speziali, Walter Dorigo, Rossella Di Domenico, Brigida Biancofiore, Marco Campolmi, Elisa Piscitello, Carlo Pratesi, Raffaele Pulli, *Al cuore dell'innovazione: l'organo aorta*, © Author(s), CC BY 4.0, DOI 10.36253/979-12-215-0880-2.06. in Domenico Bertini, Carlo Pratesi, Raffaele Pulli (edited by), *La chirurgia vascolare dell'ateneo fiorentino: 50 anni di storia*, pp. 49-63, 2026, published by Firenze University Press, ISBN 979-12-215-0880-2, DOI 10.36253/979-12-215-0880-2

per decenni l'unica opzione possibile, fino all'avvento e alla diffusione delle tecniche endovascolari, l'aneurisma dell'aorta addominale ha rappresentato e continua a rappresentare un banco di prova privilegiato per valutare come innovazione tecnologica, ricerca clinica e pratica quotidiana possano integrarsi e ridefinire continuamente gli standard di cura. In effetti, la patologia aneurismatica aortica è quella che ha visto il più rapido e radicale cambiamento in termini di approccio chirurgico e di soluzioni terapeutiche ed in cui a tutt'oggi è ancora più aperto e vivo il dibattito scientifico in termini di prevenzione, diagnosi precoce, terapia medica nel paziente non ad indicazione chirurgica per tentare di rallentare la progressione della patologia, fino alle soluzioni chirurgiche più avanzate e ad elevato contenuto tecnologico. Si tratta di un campo in cui la «precision medicine», l'identificazione cioè di strategie di trattamento costruite su misura per il singolo paziente, appare non come una allettante promessa ma come una solida realtà, che siamo in grado di toccare con mano quotidianamente nei nostri ospedali. Questa evoluzione non sarebbe stata possibile senza il costante sforzo della ricerca scientifica, che, negli ultimi 35 anni, ha prodotto innumerevoli pubblicazioni di elevatissimo valore e di enorme impatto, rendendo l'aneurisma dell'aorta una delle patologie vascolari più studiate a livello internazionale. In questo panorama, anche il nostro gruppo è riuscito a ritagliarsi un piccolo ma significativo spazio, contribuendo con impegno e continuità allo sviluppo scientifico e tecnologico che lo hanno contraddistinto, come ben dimostrato dal ruolo di coordinamento, svolto dal Prof. Pratesi, nella preparazione, stesura e pubblicazione delle linee guida nazionali SICVE, riconosciute dal SNLG del Ministero della Salute (Pratesi et al. 2022). Le esperienze maturate, i risultati ottenuti e la partecipazione a collaborazioni internazionali hanno permesso alla Scuola Fiorentina di inserirsi, con autorevolezza, all'interno del dibattito globale su questa patologia. Questo capitolo intende brevemente ripercorrere i principali contributi della Scuola Fiorentina in ambito scientifico nel campo dell'aneurisma aortico e collocarne l'impatto nel contesto della pratica clinica quotidiana.

### Basi biologiche e genetiche

Il nostro gruppo, in stretta collaborazione con il Centro di Malattie Aterotrombotiche della Prof.ssa Abbate, del Prof. Prisco e della Prof.ssa Marcucci, ha condotto, nel corso di oltre un ventennio, una sequenza di studi pionieristici finalizzati a esplorare i fattori genetici e molecolari che contribuiscono alla patogenesi dell'aneurisma dell'aorta addominale. L'evoluzione delle ricerche mostra un chiaro progressivo approfondimento: da fattori metabolici sistemici, come l'omocisteina e marcatori trombotici, fino a profili di espressione genica e varianti polimorfiche in geni strutturali della parete aortica.

All'inizio degli anni 2000, abbiamo descritto, primi nella letteratura scientifica internazionale (Brunelli et al. 2000), una prevalenza molto elevata di

iperomocisteinemia moderata nei pazienti con aneurisma aortico addominale (AAA) rispetto a controlli di pari età e sesso. Questo lavoro ha suggerito che l'omocisteina non è semplicemente un biomarcatore, ma potrebbe avere un ruolo attivo nel promuovere la disfunzione endoteliale nella parete aortica. Successivamente, è stato ulteriormente approfondito il tema del metabolismo pro-trombotico, evidenziando come omocisteina, lipoproteina(a) e PAI-1 (inibitore dell'attivatore del plasminogeno) siano significativamente elevati nei pazienti con aneurisma dell'aorta addominale rispetto ai controlli, contribuendo a delineare un modello in cui l'AAA non è solo una malattia degenerativa, ma ha una forte componente procoagulante e metabolica (Sofi et al. 2005). Un ulteriore salto qualitativo è stato quello compiuto verso la biologia trascrizionale, grazie alla quale, applicando la tecnologia dei microarray al sangue periferico di pazienti con AAA, sono stati identificati 91 geni significativamente differenziati rispetto ai controlli (Giusti et al. 2009). Questo filone ha aperto la strada a un'ulteriore linea di ricerca: la genetica strutturale dei geni coinvolti nel rimodellamento della matrice extracellulare, che ha permesso di sottolineare il carattere poligenico della malattia aneurismatica (Saracini et al. 2012). Questo percorso rappresenta un contributo significativo alla comprensione della patogenesi dell'AAA. L'approccio integrato (biochimico, trascrizionale e genetico) ha permesso al nostro gruppo di studio multidisciplinare di costruire modelli sempre più raffinati, suggerendo che l'AAA è il risultato di un'interazione complessa tra fattori sistemici, regolazione genica e varianti strutturali della parete vascolare (Galora et al. 2015; Jones et al. 2017). Per i clinici e i ricercatori, questi dati offrono potenziali biomarcatori per la stratificazione del rischio e possibili bersagli molecolari per interventi terapeutici futuri.

### Chirurgia open dell'aneurisma dell'aorta addominale

Dal 1951, anno del primo intervento riuscito di resezione di aneurisma dell'aorta addominale e sostituzione protesica, eseguito da C. Dubost a Parigi, la chirurgia open ha rappresentato per oltre un quarantennio l'unico approccio proponibile al paziente affetto da tale patologia, e solo a partire dalla fine del secondo millennio l'introduzione della chirurgia endovascolare ne ha ridotto l'utilizzo, in particolare riservato, nella pratica clinica, a pazienti giovani a basso rischio chirurgico ed in pazienti con anatomie particolarmente complesse.

Il nostro gruppo vanta un'esperienza di notevole livello in questo tipo di chirurgia, con migliaia di interventi eseguiti nel corso degli anni e tassi di complicanze estremamente contenuti e con un andamento progressivamente decrescente, legato ai miglioramenti chirurgici ed anestesiológicos.

Per quanto riguarda la valutazione preoperatoria, il nostro gruppo si è particolarmente dedicato allo studio cardiologico del paziente candidato a chirurgia open, tema fondamentale considerando i rischi connessi alla tipo-

logia di intervento ed alle comorbilità cardiovascolari. È stato sviluppato e raffinato un percorso cardiologico preoperatorio volto a migliorare la stratificazione del rischio cardiaco, minimizzare le complicanze perioperatorie e personalizzare la strategia terapeutica. La valutazione del protocollo «standard» routinariamente utilizzato in passato, che pure consentiva risultati perioperatori soddisfacenti, evidenziava come la rivascolarizzazione coronarica pre-chirurgica fosse necessaria in una sparuta minoranza di casi (Troisi et al. 2010). Per tale motivo è stato successivamente proposto ed utilizzato un percorso di valutazione cardiologica personalizzato «on a single-patient basis», modulando l'intensità degli accertamenti in funzione del profilo clinico individuale (Lo Sapio et al. 2014).

Riguardo alla fase intraoperatoria, il nostro gruppo ha partecipato a rilevanti studi multicentrici dedicati all'impatto delle diverse tecniche chirurgiche e modalità di trattamento farmacologico sul rischio di complicanze renali postoperatorie (Piffaretti et al. 2025) e, in collaborazione con i colleghi cardiologi e fisici medici, ha contribuito allo sviluppo ed alla diffusione di un innovativo device per il monitoraggio non invasivo della pressione arteriosa da utilizzare sia in fase preoperatoria che postoperatoria ed in grado di identificare con largo anticipo il verificarsi di condizioni cardiovascolari anomale, potenzialmente causa di complicanze perioperatorie (Giacomelli et al. 2024).

Di particolare rilievo gli studi multidisciplinari riguardanti la risposta dell'organismo all'intervento chirurgico, che hanno documentato come l'ischemia-riperfusione degli arti inferiori rappresenti un potente innesco infiammatorio in grado di indurre severe complicanze polmonari postoperatorie (Adembri et al. 2004), e come esista una complessa modulazione tra proteine della fase acuta e sistema coagulazione-fibrinolisi, potenzialmente correlato ad effetto diretto depressivo sulla contrattilità miocardica (Modesti et al. 2009). Queste ricerche hanno mostrato come la risposta all'intervento open per AAA sia un processo multiorgano, in cui l'attivazione endoteliale periferica e la generazione sistemica di mediatori pro-infiammatori e pro-coagulanti convergono nel determinare disfunzione cardiopolmonare precoce.

Il compendio di tutta l'attività scientifica correlata alla gestione in più fasi del paziente candidato a chirurgia open si è poi concretizzato nella ideazione e nella proposta di un percorso ERAS anche in chirurgia vascolare, che il nostro gruppo ha sistematizzato e condiviso con i principali centri nazionali (Giacomelli et al. 2021).

### Chirurgia endovascolare dell'aneurisma dell'aorta addominale

Il trattamento endovascolare dell'AAA rappresenta una delle conquiste più rilevanti nella chirurgia vascolare moderna, grazie alla sua minore invasività e ai benefici quali una riduzione dei tempi di degenza e una rapi-

da ripresa delle attività quotidiane rispetto alla chirurgia tradizionale. La Scuola Fiorentina, con il suo approccio rigoroso, la conoscenza e la consolidata esperienza nel trattamento di questa patologia, con la continua ricerca in ambito endovascolare, ha giocato un ruolo centrale nello sviluppo e nell'evoluzione delle nuove tecniche endovascolari, emergendo come punto di riferimento a livello nazionale e internazionale nell'adozione di pratiche cliniche innovative, rivoluzionando costantemente l'approccio al trattamento e affermandosi come leader nell'introduzione di metodologie all'avanguardia, che uniscono l'efficacia dei metodi tradizionali con le nuove tecnologie via via sviluppate. Figure di spicco in tal senso, fondamentali per il raggiungimento di importanti traguardi e ambiziosi e soddisfacenti risultati nella pratica clinica quotidiana oltre che nell'ambito della ricerca, sono il prof. Pratesi e i suoi collaboratori che nel lontano '99 hanno compiuto una transizione storica, passando da un paradigma consolidato a un approccio innovativo, segnando l'inizio di un cammino che l'ha proiettata come protagonista nel panorama della chirurgia vascolare ed endovascolare. Nel corso degli anni, la nostra Scuola ha rappresentato un laboratorio di innovazione, dove la ricerca scientifica e la pratica clinica si sono intrecciate per permettere la sperimentazione, l'introduzione e l'adozione di endoprotesi sempre più avanzate. Tali dispositivi, evolvendosi con il passare del tempo, sono stati adattati alle esigenze sempre più complesse e diversificate delle anatomie vascolari dei pazienti, permettendo trattamenti sempre più precisi ed efficaci. Il cammino è stato lungo e ha richiesto un continuo processo di perfezionamento, che ha visto la scuola collaborare con numerosi gruppi di lavoro e centri di ricerca a livello nazionale e internazionale. Queste collaborazioni hanno consentito non solo di testare nuovi dispositivi, ma anche di raccogliere dati e risultati che hanno dimostrato l'efficacia delle nuove tecnologie adottate.

L'introduzione di dispositivi come l'Endurant stent-graft ha segnato un punto di svolta nel trattamento degli aneurismi addominali sottoreni. Nel 2010, il nostro gruppo di ricerca ha avuto l'opportunità di partecipare ad uno studio multicentrico europeo (ENGAGE), che ha dimostrato risultati promettenti sia nelle fasi precoci che a un anno dal trattamento. La qualità dei risultati, in termini di sicurezza e di efficacia, ha posto le basi per ulteriori sviluppi e perfezionamenti nella progettazione di endoprotesi sempre più adattabili alle diverse anatomie vascolari (Torsello et al. 2010). Successivamente abbiamo preso parte allo studio ENGAGE, che ha riportato ottimi risultati fino a 10 anni di follow-up con l'impiego di tale protesi (Stokmans et al. 2012; Verhagen et al. 2025).

Tali risultati hanno incoraggiato l'adozione del trattamento endovascolare come standard terapeutico, soprattutto in pazienti con anatomie aortiche difficili da trattare con tecniche tradizionali. La nostra esperienza ha contribuito a definire i parametri che oggi consideriamo fondamentali per una corretta selezione del dispositivo, come l'accuratezza nella valutazione

dell'anatomia del colletto aortico e l'importanza di una personalizzazione dell'impianto, in caso di anatomie ostili (Figg. 1, 2).

Le collaborazioni con gruppi di lavoro internazionali sono state determinanti nel raccogliere evidenze scientifiche robuste riguardo alla sicurezza e all'efficacia delle tecnologie endovascolari. Un altro esempio significativo è l'Anaconda™ Italian Registry, un ampio studio multicentrico, coordinato dai Proff. Pratesi e Stella, che ha visto la partecipazione di numerosi centri italiani con l'obiettivo di raccogliere dati sulle performance dell'endoprotesi Anaconda™, con incoraggianti risultati, anche in colletti angolati, evidenziando la solidità e l'affidabilità del dispositivo anche in situazioni cliniche complesse (Freyrie et al. 2011; 2014).

La nostra scuola ha avuto il privilegio di partecipare a studi come l'INNOVATION Trial, un trial internazionale che ha testato per la prima volta lo INCRAFT® AAA Stent-Graft System (Scheinert et al. 2013), al già citato registro sull'Endurant Stent-Graft (Torsello et al. 2010), e al successivo «Italian Excluder Registry and results of Gore Excluder endograft for the treatment of elective infrarenal abdominal aortic aneurysms» (Pratesi et al. 2014), con l'obiettivo di valutare la sicurezza, l'efficacia e i risultati a lungo termine di questa protesi nel trattamento endovascolare. La partecipazione all'INNOVATION Trial (Scheinert et al. 2013) ha evidenziato l'efficacia a lungo termine di questa endoprotesi nei pazienti con aneurismi addominali infrarenali, proponendo un nuovo standard di cura nella chirurgia vascolare. Questi lavori hanno contribuito a consolidare la nostra scuola come leader nella ricerca e nell'adozione delle tecnologie più avanzate, stabilendo linee guida sempre più precise per il trattamento endovascolare degli aneurismi, con un impatto positivo sulla qualità del trattamento e sul recupero dei pazienti, grazie alla qualità dei dati ottenuti e alla nostra esperienza nella gestione delle complicazioni post-operatorie. In termini di mininvasività, fondamentale è stata l'introduzione delle tecniche percutanee, perché ha permesso di ridurre i rischi di complicanze e i tempi di ospedalizzazione (Pratesi et al. 2013; 2015).

Nel corso degli anni, l'esperienza acquisita ha permesso via via di estendere il campo di applicabilità del trattamento endovascolare anche al distretto iliaco con l'introduzione degli iliac branch endografts. A tal proposito la nostra scuola ha avuto l'opportunità di condurre uno studio a lungo termine sui risultati del trattamento di aneurismi complessi mediante questa tecnologia. I risultati a quattro anni hanno confermato l'efficacia dell'approccio, portando ad una profonda comprensione delle esigenze specifiche dell'aneurisma iliaco, permettendo di migliorare ulteriormente la personalizzazione degli interventi (Scheinert et al. 2013). Il successivo lavoro di qualche anno più tardi sulla comparazione diretta di due branch iliaci su popolazioni omogenee da un punto di vista clinico ed anatomico, ha permesso tramite l'analisi dei risultati a lungo termine, di mettere a fuoco tematiche come le complicanze post-operatorie e la durabilità dei dispositivi fornendo dati significativi sulle tecnologie dotate di miglior resistenza e adattabilità nel tempo (Masciello et al. 2020).



Figura 1 – Sala ibrida e ricostruzione angiografica 3D preoperatoria.

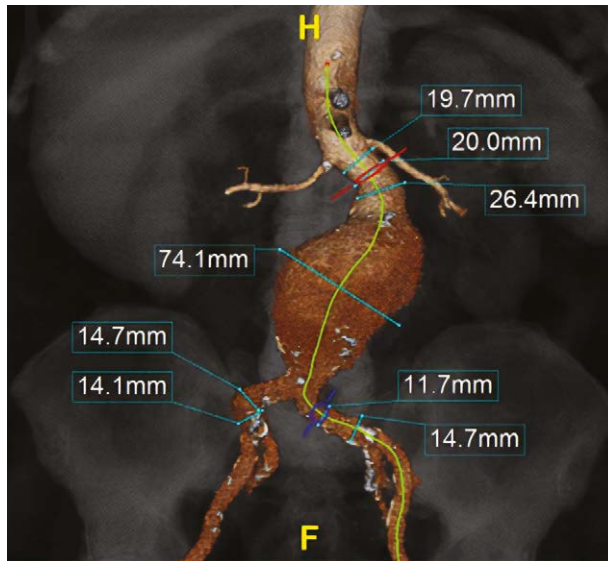


Figura 2 – Planning preprocedurale.

I risultati a lungo termine del trattamento endovascolare della patologia aortica addominale, suggerivano che il trattamento endovascolare si stava affermando come una scelta valida anche nei pazienti a rischio elevato, con tassi di complicanze contenuti e una bassa incidenza di conversione e semi-conversione (Pratesi et al. 2018; O'Donnell et al. 2020). L'evoluzione delle endoprotesi e delle tecniche di trattamento, il costante scambio di conoscenze e l'approccio multicentrico hanno permesso di raccogliere un ampio ventaglio di dati clinici e scientifici, contribuendo alla creazione di linee guida sempre più precise per l'uso delle tecnologie endovascolari ed alla diffusione delle best practices nel trattamento delle patologie vascolari.

La contingenza storica del Covid-19 ha avuto un impatto significativo sulla pratica clinica in tutti i settori della medicina, inclusa la chirurgia vascolare. Un esempio emblematico è il trattamento della trombosi acuta di una branchetta endoprotetica in un paziente con grave polmonite da Covid-19, come descritto nello studio di Giacomelli et al. (2020); questo dimostra come la preparazione tecnica e l'esperienza clinica abbiano permesso di trattare con successo complicanze vascolari anche in un contesto di emergenza sanitaria globale, evidenziando l'importanza di una chirurgia vascolare pronta a rispondere a situazioni imprevedibili.

Abbiamo già in precedenza sottolineato l'importanza della valutazione del rischio cardiaco nei pazienti sottoposti a trattamento in elezione: la valutazione preoperatoria del rischio cardiovascolare, attraverso l'analisi della comorbidità cardiaca, l'età avanzata, è essenziale per prevedere gli outcome a lungo termine e migliorare la gestione dei pazienti ad alto rischio. I nostri studi confermano che una stratificazione del rischio ben strutturata e un'accurata analisi anatomica preoperatoria sono essenziali per ottimizzare i risultati del trattamento endovascolare e minimizzare le complicanze (Zacà et al. 2024).

Lo studio anatomico preoperatorio è fondamentale per il successo del trattamento endovascolare dell'AAA. In particolare, una valutazione accurata dell'anatomia aortica e la gestione dei fattori di rischio sono cruciali per prevenire complicanze durante e dopo l'intervento. In questo ambito, l'uso di una strategia iodine contrast-free per i pazienti con insufficienza renale cronica rappresenta un'importante innovazione, permettendo di ridurre il rischio di danni renali acuti durante il trattamento endovascolare (Esposito et al. 2023). L'uso di questa strategia non solo riduce il rischio di danno renale acuto, ma anche i tempi di degenza ospedaliera e il rischio di complicanze associate all'uso di mezzo di contrasto iodato (Fig. 3).

La sorveglianza strumentale rappresenta uno strumento fondamentale sia nell'immediato postoperatorio che a distanza. Dopo l'intervento, una valutazione regolare mediante imaging di I livello e di II livello è essenziale per rilevare tempestivamente complicanze come la migrazione del graft, la trombosi, l'espansione della sacca aneurismatica esclusa, la rottura o l'infezione. Un monitoraggio accurato consente di intervenire precocemente per prevenire esiti negativi a lungo termine, riducendo il rischio di eventi fatali,



Figura 3 – Angiografia con CO<sub>2</sub>.

garantendo gestione personalizzata per affrontare le complicanze che possono insorgere. La sorveglianza strumentale, quindi, non solo aiuta a confermare il successo dell'intervento iniziale, ma è anche cruciale per garantire una sorveglianza continua, migliorando la qualità della vita del paziente e prolungandone la sopravvivenza. Il nostro gruppo di studio è stato tra i primi a parlare del concetto di «guarigione» di sacca associandolo al fenomeno dello shrinkage di sacca. La ricerca condotta da Esposito et al. (2022) ha messo in evidenza che la stabilità della sacca aneurismatica post-EVAR non è più da considerare un crite-

rio affidabile di guarigione, suggerendo che la riduzione della sacca è un parametro invece più efficace ai fini del successo procedurale. Come dimostrato successivamente, la stabilità della sacca sul breve termine può essere associata ad evoluzione della stessa sul lungo termine, richiedendo plurimi trattamenti endovascolari aggiuntivi (come l'embolizzazione) fino ad un punto di non ritorno ed alla conversione chirurgica a cielo aperto. L'esperienza fiorentina ha anche approfondito il tema della conversione e semiconversione in EVAR nei casi di fallimento del trattamento endovascolare primario, esaminando gli esiti della semiconversione con preservazione del graft, evidenziando un profilo di rischio ridotto rispetto alla conversione totale, caratterizzata da una gestione più complessa (Esposito et al. 2024a). Allo stesso modo, l'analisi comparativa della conversione open rispetto all'uso di dispositivi fenestrati e ramificati per i fallimenti di EVAR non infetti (Esposito et al. 2024b) ha mostrato che le soluzioni endovascolari, quando applicate correttamente, offrono vantaggi in termini di minore invasività e tempi di recupero più rapidi.

Nel lungo periodo, uno degli aspetti più rilevanti emersi dalla sorveglianza post-operatoria è il rischio di complicanze renali. Lo studio condotto dal gruppo «Italian Collaborators for EVAR», a cui il nostro centro ha attivamente partecipato, ha mostrato che l'insufficienza renale acuta è una delle complicanze più frequenti dopo il trattamento endovascolare, soprattutto

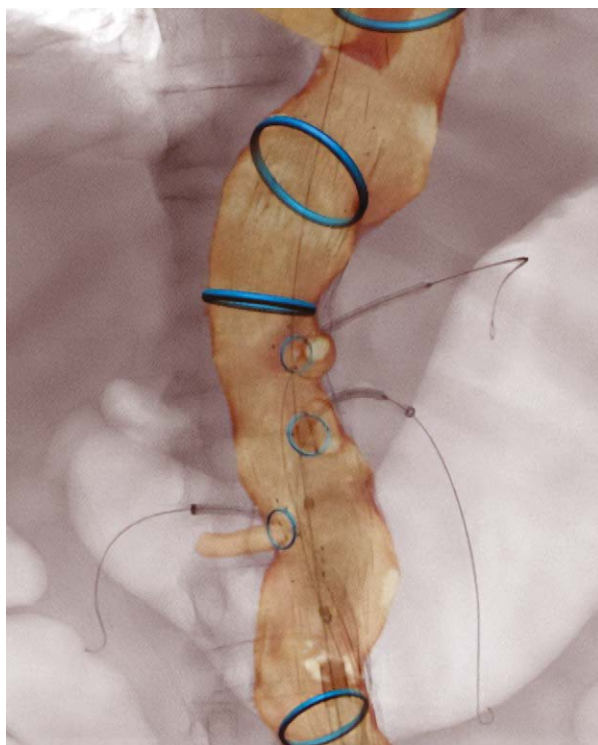


Figura 4 – Procedura di posizionamento di endoprotesi per patologia aortica complessa soprarenale.

nei pazienti con preesistenti comorbidità (Villa et al. 2025). Questo richiede una sorveglianza attenta, come evidenziato dallo studio del «Surveillance Post EVAR Registry» (Esposito et al. 2025), che ha documentato come un programma di follow-up aggiornato, con un'accurata valutazione della sacca aneurismatica e dei parametri renali, possa contribuire a migliorare significativamente i risultati a lungo termine, riducendo il rischio di complicanze gravi e migliorando la qualità della vita del paziente.

Nel corso degli ultimi anni, il progresso in questo campo è stato alimentato da continui miglioramenti nelle tecnologie degli endograft, con l'introduzione di dispositivi sempre più innovativi e versatili, adatti a trattare le diverse variabilità anatomiche che si presentano nei pazienti (Figg. 4, 5).

Uno degli esempi più recenti di innovazione è rappresentato dal registro nazionale TIGRE, che ha fornito i primi risultati preliminari dell'uso dell'endoprotesi E-Tegra (Marone et al. 2024); tale studio ha messo in evidenza come questo dispositivo, attraverso un approccio altamente personalizzato, possa garantire esiti positivi anche in pazienti con anatomie difficili, stabilendo un nuovo standard per l'EVAR nelle situazioni più complesse. Anche i risultati della Zenith Alpha Abdominal Stent-Graft, ottenuti nel contesto dell'ALPHA

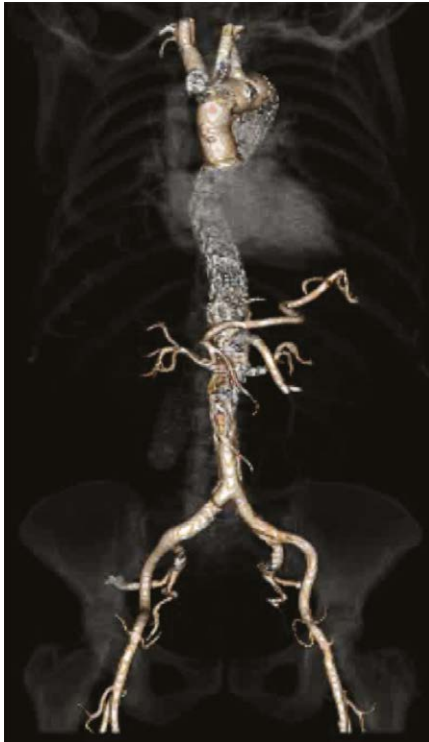


Figura 5 – Controllo TC post procedurale.

Abdominal Registry (Bertagna et al. 2025), hanno mostrato che in anatomiche aortiche ostili, l'EVAR con stent-graft Zenith Alpha può essere efficace, con tassi di successo elevati e un rischio di complicanze significativamente ridotto. Più recente è la nostra esperienza nell'applicazione della tecnica della physician modified endograft (PMEG) adattata al distretto addominale, per la creazione di endoprotesi fenestrate in grado di adeguarsi a patologie juxta e pararenali in situazioni delicate, complesse e/o urgenti. Questo testimonia non solo l'eccellenza tecnica, ma anche l'impegno costante nella sperimentazione di tecnologie emergenti, che continuano a rappresentare il futuro della chirurgia vascolare.

Questi studi e risultati sono solo alcune delle tappe fondamentali che dimostrano come la ricerca e la sperimentazione costante siano il motore del progresso in chirurgia vascolare. Firenze continua a essere una sede centrale per l'innovazione, grazie alla passione, alla ricerca e all'impegno dei suoi ricercatori e chirurghi, che non smettono mai di cercare nuove soluzioni e di perfezionare le tecniche esistenti.

La collaborazione con gruppi nazionali ed internazionali, la partecipazione a registri multicentrici e la leadership in studi clinici sono solo alcune delle

modalità con cui il nostro centro contribuisce a scrivere il futuro dell'EVAR in termini di innovazione e cura.

## Conclusioni

Il percorso scientifico e clinico maturato dalla Scuola Fiorentina testimonia come l'evoluzione nella gestione dell'aneurisma aortico, dall'approfondimento dei meccanismi biologici e genetici fino all'affinamento delle tecniche open, endovascolari e dei trattamenti per la patologia complessa, sia il risultato di un'integrazione virtuosa tra ricerca, innovazione tecnologica e pratica chirurgica ad alto volume. L'esperienza accumulata, insieme al contributo a registri multicentrici e alla validazione di nuove piattaforme protesiche e protocolli gestionali, ha consolidato un modello di cura orientato alla personalizzazione, alla riduzione del rischio perioperatorio e al miglioramento degli esiti a lungo termine. In un ambito in continua trasformazione, il lavoro del nostro centro ribadisce l'importanza di un approccio multidisciplinare, di una rigorosa selezione anatomica e clinica e di una formazione specialistica avanzata, ponendo le basi per affrontare con sicurezza le sfide future nella chirurgia dell'aorta.

## Bibliografia

- Adembri, C. et al. 2004. "Pulmonary injury follows systemic inflammatory reaction in infrarenal aortic surgery." *Critical Care Medicine* 32 (5): 1170–77.
- Bertagna, G. et al. 2025. "Endovascular aneurysm repair with Zenith Alpha abdominal stent-graft in hostile and nonhostile aortic neck anatomies." *Annals of Vascular Surgery* 116: 81–91.
- Brunelli, T. et al. 2000. "High prevalence of mild hyperhomocysteinemia in patients with abdominal aortic aneurysm." *Journal of Vascular Surgery* 32 (3): 531–36.
- Di Domenico, R. et al. 2024. "The Gore Viabahn balloon-expandable stent graft as a bridging stent in complex endovascular aortic procedures at 3 years performs better in fenestrations." *Journal of Vascular Surgery* 80 (6): 1650–57.
- Esposito, D. et al. 2022. "Stability of the aneurysmatic sac post-EVAR could no longer be a reliable criterion of healing." *Journal of Cardiovascular Surgery* 63 (2): 155–59.
- Esposito, D. et al. 2023. "Total iodine contrast-free strategy for the endovascular management of abdominal aortic aneurysms in chronic kidney disease patients: a pilot study." *Annals of Vascular Surgery* 93: 92–102.
- Esposito, D. et al. 2024. "Systematic review and meta-analysis of outcomes after semi-conversion with graft preservation for failed endovascular aneurysm repair." *Journal of Vascular Surgery* 79 (4): 973–81.
- Esposito, D. et al. 2024. "Systematic review and meta-analysis of elective open conversion versus fenestrated and branched endovascular repair for previous non-infected failed endovascular aneurysm repair." *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 67 (3): 393–405.
- Esposito, D. et al. 2025. "Editor's choice—implementation of the updated European Society for Vascular Surgery proposed endovascular aneurysm repair

- surveillance algorithm in a multicentre cohort with a minimum five-year follow-up adherence: further improvement of results via one-year sac dynamics.” *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 70 (3): 307–16.
- Falso, R. et al. 2025. “Total iodine contrast-free protocol in complex endovascular aneurysm repair.” *Journal of Endovascular Therapy*, in press.
- Fargion, A. T. et al. 2023. “Fate of target visceral vessels in fenestrated and branched complex endovascular aortic repair.” *Journal of Vascular Surgery* 78 (3): 584–92.
- Freyrie, A. et al. 2011. “Anaconda™: the Italian Registry. Study protocol and preliminary perioperative results.” *Journal of Cardiovascular Surgery* 52 (5): 629–35.
- Freyrie, A. et al. 2014. “Proximal aortic neck angle does not affect early and late EVAR outcomes: an Anaconda™ Italian Registry analysis.” *Journal of Cardiovascular Surgery* 55 (5): 671–77.
- Gallitto, E. et al. 2021. “Preoperative and postoperative predictors of clinical outcome of fenestrated and branched endovascular repair for complex abdominal and thoracoabdominal aortic aneurysms in an Italian multicenter registry.” *Journal of Vascular Surgery* 74 (6): 1795–806.
- Gallitto, E. et al. 2022. “Fenestrated and branched endografts for post-dissection thoraco-abdominal aneurysms: results of a national multicentre study and literature review.” *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 64 (6): 630–38.
- Galora, S. et al. 2015. “Association of rs1466535 LRP1 but not rs3019885 SLC30A8 and rs6674171 TDRD10 gene polymorphisms with abdominal aortic aneurysm in Italian patients.” *Journal of Vascular Surgery* 61 (3): 787–92.
- Giacomelli, E. et al. 2020. “Acute thrombosis of an aortic prosthetic graft in a patient with severe COVID-19-related pneumonia.” *Annals of Vascular Surgery* 66: 8–10.
- Giacomelli, E. et al. 2021. “A pilot study of the enhanced recovery after surgery protocol in aortic surgery.” *Journal of Vascular Surgery* 74 (1): 90–96.
- Giacomelli, E. et al. 2024. “The use of pressure recording analytical method in patients undergoing endovascular repair for abdominal aortic aneurysm: the impact on clinical decisions for the appropriate postoperative setting and cost-effective analysis.” *Acta Medica Academica* 53 (1): 10–23.
- Giusti, B. et al. 2009. “Gene expression profiling of peripheral blood in patients with abdominal aortic aneurysm.” *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 38 (1): 104–12.
- Isernia, G. et al. 2024. “Sex influence on fenestrated and branched endovascular aortic aneurysm repair: outcomes from a national multicenter registry.” *Journal of Endovascular Therapy* 31 (4): 697–705.
- Jones, G. T. et al. 2017. “Meta-analysis of genome-wide association studies for abdominal aortic aneurysm identifies four new disease-specific risk loci.” *Circulation Research* 120 (2): 341–53.
- Lo Sapio, P. et al. 2014. “Impact of two different cardiac work-up strategies in patients undergoing abdominal aortic aneurysm repair.” *International Journal of Cardiology* 175 (1): e1–e3.
- Marone, E. M. et al. 2024. “Endovascular aortic repair with the E-Tegra device: preliminary outcomes from a multicenter national registry.” *Journal of Endovascular Therapy*.

- Masciello, F. et al. 2020. "A propensity score-matched comparison of two commercially available iliac branch devices in patients with similar clinical and anatomic preoperative features." *Journal of Vascular Surgery* 71 (4): 1207–14.
- Modesti, P. A. et al. 2009. "Response of serum proteome in patients undergoing infrarenal aortic aneurysm repair." *Anesthesiology* 111 (4): 844–54.
- O'Donnell, T. F. X. et al. 2020. "Female sex is associated with comparable 5-year outcomes after contemporary endovascular aneurysm repair despite more challenging anatomy." *Journal of Vascular Surgery* 71 (4): 1179–89.
- Piffaretti, G. et al. 2025. "Acute kidney injury and aorta-related mortality during open surgery of the abdominal aorta with suprarenal clamping using different renal protection strategies." *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 67 (5): eza159.
- Pini, R. et al. 2020. "The Italian multicentre registry of fenestrated Anaconda™ endografts for complex abdominal aortic aneurysms repair." *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 60 (2): 181–91.
- Pratesi, C. et al. 2006. "Acute traumatic rupture of the descending thoracic aorta: endovascular treatment." *American Journal of Surgery* 192 (3): 291–95.
- Pratesi, C. et al. 2014. "Italian Excluder Registry and results of Gore Excluder endograft for the treatment of elective infrarenal abdominal aortic aneurysms." *Journal of Vascular Surgery* 59 (1): 52–57.
- Pratesi, C. et al. 2022. "Guidelines on the management of abdominal aortic aneurysms: updates from the Italian Society of Vascular and Endovascular Surgery (SICVE)." *Journal of Cardiovascular Surgery* 63 (3): 328–52.
- Pratesi, G. et al. 2013. "Endovascular treatment of aorto-iliac aneurysms: four-year results of iliac branch endograft." *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 45 (6): 607–9.
- Pratesi, G. et al. 2015. "Italian Percutaneous EVAR (IPER) Registry: outcomes of 2381 percutaneous femoral access sites' closure for aortic stent-graft." *Journal of Cardiovascular Surgery* 56 (6): 889–98.
- Pratesi, G. et al. 2018. "Ten-year outcome analysis of the Italian Excluder Registry with the Gore Excluder endograft for infrarenal abdominal aortic aneurysms." *Journal of Vascular Surgery* 67 (3): 740–46.
- Saracini, C. et al. 2012. "Polymorphisms of genes involved in extracellular matrix remodeling and abdominal aortic aneurysm." *Journal of Vascular Surgery* 55 (1): 171–79.
- Scheinert, D. et al. 2013. "First-in-human study of the INCRAFT endograft in patients with infrarenal abdominal aortic aneurysms in the INNOVATION trial." *Journal of Vascular Surgery* 57 (4): 906–14.
- Sofi, F. et al. 2005. "High levels of homocysteine, lipoprotein (a) and plasminogen activator inhibitor-1 are present in patients with abdominal aortic aneurysm." *Thrombosis and Haemostasis* 94 (5): 1094–98.
- Spanos, K. et al. 2020. "Iliac branch devices with standard vs fenestrated/branched stent-grafts: does aneurysm complexity produce worse outcomes? Insights from the pELVIS registry." *Journal of Endovascular Therapy* 27 (6): 910–16.
- Stokmans, R. A. et al. 2012. "Early results from the ENGAGE registry: real-world performance of the Endurant stent graft for endovascular AAA repair in 1262 patients." *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 44 (4): 369–75.

- Torsello, G. et al. 2010. "Endovascular aortic aneurysm repair with the Endurant stent-graft: early and 1-year results from a European multicenter experience." *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 21 (1): 73–80.
- Troisi, N. et al. 2010. "Hybrid treatment of aortic arch aneurysms." *Journal of Cardiovascular Surgery* 51 (3): 377–82.
- Troisi, N. et al. 2010. "Preoperative cardiac assessment in patients undergoing aortic surgery: analysis of factors affecting the cardiac outcomes." *Annals of Vascular Surgery* 24 (6): 733–40.
- Verhagen, H. J. M. et al. 2025. "The ENGAGE registry ten-year outcomes with the Endurant stent graft system for endovascular abdominal aortic aneurysm repair." *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, in press.
- Villa, F. et al. 2025. "Results of the Italian Collaborators for EVAR Registry on acute kidney injury after elective endovascular aortic repair of infrarenal abdominal aortic aneurysm." *Journal of Endovascular Therapy* 32 (6): 2115–26.
- Zacà, S. et al. 2024. "Cardiac risk after elective endovascular repair for infrarenal abdominal aortic aneurysm: results from the Italian Collaborators for EVAR multicenter registry." *Journal of Vascular Surgery* 79 (2): 260–68.