



# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO di MEDICINA - DIMED

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN "TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA,  
PER IMMAGINI E RADIOTERAPIA"

Sede di Vicenza

Presidente: Prof. Roberto Stramare

Tesi di Laurea:

Accesso radiale nelle procedure di interventistica neuroradiologica:  
principali innovazioni e criticità

**Relatore:** dott. Iannucci Giuseppe

**Correlatore:** dott. Bono Leonardo

**Laureando:** Todesco Camilla





<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>ANATOMIA DELL'ARTO SUPERIORE.....</b>	<b>3</b>
MUSCOLI.....	3
NERVI.....	5
OSSA.....	5
VASI SANGUIGNI - ARTERIE.....	6
STRUTTURA DEI VASI.....	7
ARTERIA RADIALE.....	9
VARIANTI ANATOMICHE.....	11
<b>SALA ANGIOGRAFICA.....</b>	<b>12</b>
RADIOPROTEZIONE.....	14
GRANDEZZE DOSIMETRICHE, LIVELLI DI DOSE AL PAZIENTE E LIVELLI DI RIFERIMENTO.....	15
LA DOSE NELLE PROCEDURE INTERVENTISTICHE.....	17
DISPOSITIVI DI RADIOPROTEZIONE.....	18
<b>ACCESSO RADIALE NELLE PROCEDURE DIAGNOSTICHE E INTERVENTISTICHE.....</b>	<b>20</b>
MATERIALI E TECNICA DI INCANNULAMENTO.....	21
TECNICHE DI EMOSTASI.....	24
VANTAGGI.....	25
COMPENSO EMODINAMICO.....	27
COMPLICANZE INTRAPROCEDURALI.....	29
COMPLICANZE POSTPROCEDURALI.....	32
<b>ACCESSO RADIALE VS ACCESSO FEMORALE.....</b>	<b>35</b>
<b>RUOLO TSRM.....</b>	<b>37</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>



## 1. INTRODUZIONE

Per molti anni, sin dall'avvento della neuroangiografia, l'accesso transfemorale è rimasto il sito di accesso preferito per i neuro-interventisti in tutte le procedure. Ampiamente utilizzato principalmente per due motivi: da un lato, l'arteria femorale ha un calibro maggiore rispetto all'arteria radiale permettendo così l'introduzione di cateteri e introduttori con maggior facilità; dall'altro lato, per la mancanza di cateteri specifici per l'accesso transradiale. La neuroangiografia, tuttavia, negli ultimi anni, ha iniziato ad adottare un nuovo accesso arterioso per le differenti procedure.

L'arteria radiale ha cominciato a incrementare interesse come sito di accesso per la prima volta nel 1989 nelle coronarografie, mentre, per le procedure neuro-interventistiche, compare per la prima volta negli anni 2000 perché associato a minor complicanze e a degenze ospedaliere più brevi. Nella neuroradiologia interventistica, l'accesso transfemorale continua a essere utilizzato, ma esso ha delle limitazioni. L'arteria radiale, invece, è la prima opzione di accesso nei pazienti con gravi patologie femorali e aorto-iliache, in pazienti obesi con arterie femorali profonde o in pazienti ad alto rischio di emorragia e viene sostituito all'accesso femorale anche in pazienti con patologie aterosclerotiche che coinvolgono l'arco aortico. Questo tipo di accesso viene maggiormente accettato dai pazienti perché è meno doloroso, comporta una degenza ospedaliera minore rispetto all'utilizzo dell'accesso femorale e i rischi che possono mettere in pericolo la vita del paziente sono meno gravi riducendo il rischio di emorragie locali e altre complicanze vascolari.

La maggior sicurezza nell'accesso transradiale ha così portato negli anni molti neurointerventisti ad adottare sempre di più questo tipo di approccio includendolo come alternativa all'accesso femorale, sia per scopi diagnostici sia per procedure interventistiche. Vengono inclusi il trattamento di stroke ischemici ed emorragie cerebrali data la sicurezza di questa via di accesso e il basso tasso di complicanze.

In questo elaborato verranno descritte, attraverso un'analisi di documenti, quali sono le possibili complicanze e i vantaggi dell'accesso radiale nelle procedure neurointerventistiche, mettendolo spesso a confronto con l'accesso transfemorale.

Viene, inoltre, marcata l'importanza del ruolo del TSRM in sala Angiografica nell'assistere il neuroradiologo interventista nell'adattare il setting della sala rispetto all'accesso utilizzato.

## **2. ANATOMIA DELL'ARTO SUPERIORE**

Conoscere l'anatomia dell'arto superiore nel suo complesso è molto importante per poter eseguire una procedura interventistica soprattutto quando si vuole utilizzare l'arteria radiale come sito di accesso. Nel seguente capitolo verrà descritta l'anatomia dell'arto superiore, dai muscoli fino ad arrivare ai vasi sanguigni, con particolare attenzione all'arteria radiale.

### **2.1. MUSCOLI**

I muscoli dell'arto superiore si distinguono in muscoli della spalla, muscoli del braccio, muscoli dell'avambraccio e muscoli della mano.

I muscoli che costituiscono la spalla sono 6: il deltoide, il muscolo grande rotondo e il piccolo rotondo, il sopraspinato e il sottospinato e il muscolo sottoscapolare. Gli ultimi 4 muscoli nominati, vanno a formare la cuffia dei rotatori, un complesso muscolo-tendineo che ha lo scopo di stabilizzare l'articolazione gleno-omeroale. Il deltoide è il muscolo abductore del braccio, ma è il sopraspinato che avvia il movimento. I muscoli sottoscapolare e grande rotondo ruotano il braccio medialmente, mentre l'infraspinato e il piccolo rotondo lo muovono lateralmente. Il muscolo coracobrachiale, invece, determina flessione e adduzione dell'articolazione della spalla.

I muscoli del braccio, invece, sono: il bicipite brachiale, il coracobrachiale, il brachiale, il muscolo tricipite brachiale, il muscolo anconeo e il muscolo articolare del gomito.

I muscoli che permettono i movimenti dell'avambraccio e della mano si inseriscono sul polso e sull'avambraccio e hanno origine dall'omero. Due eccezioni: il capo lungo del tricipite brachiale origina dalla scapola e si inserisce sull'oleocrano dell'ulna e il capo lungo del bicipite brachiale origina sempre dalla scapola ma si inserisce sulla tuberosità del radio. La loro principale azione si svolge nei confronti dell'articolazione del gomito. I muscoli brachiale e brachioradiale flettono il gomito



e sono opposti al tricipite brachiale e al muscolo anconeo. I muscoli flessore radiale del carpo, flessore ulnare del carpo e palmare lungo cooperano determinando la flessione del polso. I muscoli pronatore rotondo e supinatore sono, invece, i muscoli che determinano la rotazione del gomito. I muscoli estrinseci della mano sono i muscoli che permettono il controllo della forza e dei movimenti più grossolani della mano. Sono muscoli relativamente grandi assicurando la massima stabilità di polso e mano. I movimenti più precisi vengono controllati da muscoli intrinseci della mano. Sono responsabili di flessione ed estensione delle dita, abduzione e adduzione e opposizione del pollice e originano dalle ossa del carpo e del metacarpo.

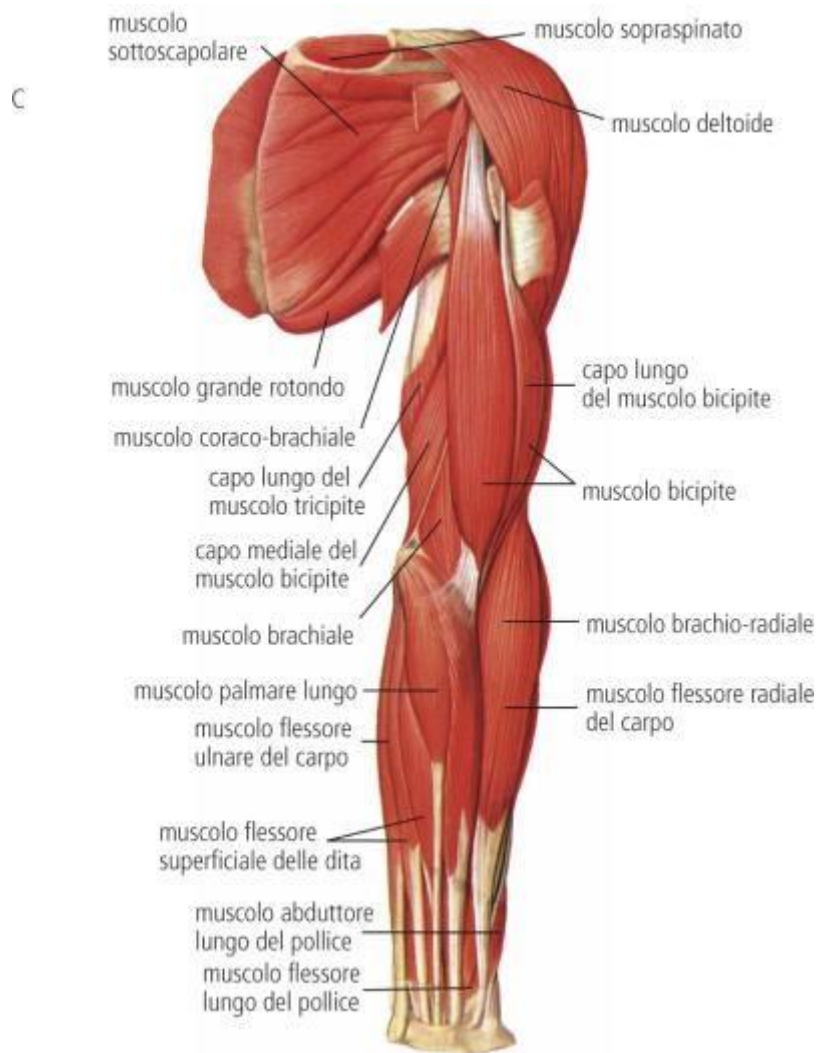


Figura 1 Muscoli dell'arto superiore.

## 2.2. NERVI

Nell'arto superiore molto importante è il plesso brachiale in quanto è il responsabile dell'innervazione cutanea e muscolare dell'intero arto superiore ed è costituito dai nervi ventrali dei nervi spinali C<sub>5</sub> – T<sub>1</sub>. I nervi del plesso brachiale hanno origine da una o più corde. La corda laterale forma il nervo muscolocutaneo. La corda mediale forma il nervo ulnare e insieme a quella laterale dà origine al nervo mediano. I nervi radiale e ascellare sono formati dalla corda posteriore.

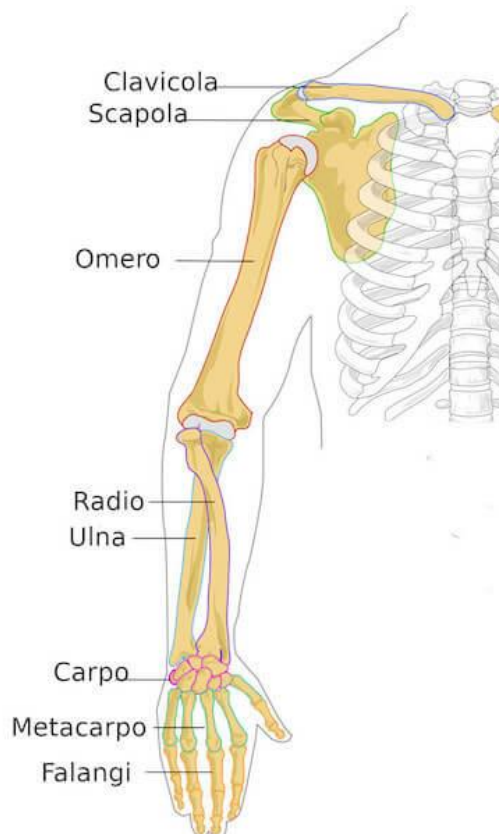


*Figura 2 Plesso brachiale.*

## 2.3. OSSA

L'arto superiore, per quanto riguarda la componente ossea, è composto dall'omero che costituisce il braccio e da radio e ulna che costituiscono l'avambraccio. Le ossa della mano, invece, sono distinte in carpo, metacarpo e falangi. L'omero prende parte all'articolazione della spalla e dà inserzione ai muscoli della porzione prossimale dell'arto superiore: muscolo soprascapolato, muscolo grande dorsale, muscolo grande pettorale, muscolo deltoide, muscolo sottoscapolare, muscolo grande rotondo, muscolo piccolo rotondo, muscolo coracobrachiale e muscolo sottospinato. L'omero, inoltre, prende parte, insieme a radio e ulna, all'articolazione del gomito.

La mano comprende 27 ossa. Le ossa che costituiscono il carpo sono 8: uncinato, pisiforme, piramidale, semilunare, trapezoide, trapezio, capitato e scafoide. Il metacarpo è formato da 5 ossa che si articolano con il carpo prossimalmente e con le falangi distalmente. Le falangi sono 3 per ogni dito, ad eccezione del pollice che ne ha 2.



*Figura 3 Ossa dell'arto superiore.*

#### **2.4. VASI SANGUIGNI – ARTERIE**

L'arto superiore comprende una modesta quantità di vasi che hanno origine dall'arco aortico fino ad arrivare all'estremità delle dita con le arterie digitali e i capillari. Dall'arco aortico hanno origine il tronco brachiocefalico, l'arteria carotide comune di sinistra e l'arteria succlavia di sinistra. Il tronco brachiocefalico dà origine anche all'arteria carotide comune destra e all'arteria succlavia destra.

Le arterie succlavie irrorano e trasportano il sangue agli arti superiori, alla parete toracica, all'encefalo e al midollo spinale. Forniscono rami ai muscoli della regione scapolare, della spalla, della parete toracica e alla ghiandola mammaria. Prima che l'arteria succlavia lasci la cavità toracica, da essa hanno origine 3 rami principali: il tronco tireocervicale, l'arteria toracica interna e l'arteria vertebrale. Il tronco tireocervicale si divide immediatamente, dopo la sua origine, in 4 rami: arteria tiroidea inferiore, arteria sovrascapolare, arteria cervicale ascendente e arteria cervicale trasversale. L'arteria toracica interna apporta sangue alla parete toracica anteriore e al pericardio. L'arteria vertebrale irroro encefalo e midollo spinale.

L'arteria succlavia, dopo aver lasciato la cavità toracica, diviene arteria ascellare che decorre dal margine esterno della prima costa fino al margine inferiore del tendine del muscolo grande rotondo. L'arteria ascellare entra nel braccio dando origine alle arterie circonflesse omerali. Distalmente, diventa arteria brachiale per la vascolarizzazione dell'arto superiore.

L'arteria brachiale decorre nel solco compreso tra i margini mediali dei muscoli bicipite e brachiale ed emette le arterie collaterali ulnari che, insieme alle arterie ricorrenti ulnari, vascolarizzano la regione del gomito. A livello della fossa cubitale, l'arteria brachiale si divide in 2 rami terminali principali: l'arteria ulnare e l'arteria radiale, che irrorano l'avambraccio. L'arteria ulnare decorre lungo il margine ulnare penetrando nel palmo della mano. Fornisce rami ai muscoli flessori ed estensori del polso e della mano. L'arteria radiale decorre lungo il lato radiale e diviene superficiale a livello del polso. Queste due arterie si anastomizzano a livello del polso formando due arcate palmari, una superficiale e una profonda, che forniscono sangue al palmo della mano e alle arterie digitali di pollice e dita.

## **2.5. STRUTTURA DEI VASI**

Le pareti delle arterie, come quelle delle vene, sono costituite da 3 strati: tonaca intima, tonaca media e tonaca avventizia.

- TONACA INTIMA: strato più interno. Include il rivestimento endoteliale e un sottostante strato di tessuto connettivo. Il versante esterno contiene uno strato di fibre elastiche, membrana elastica interna.
- TONACA MEDIA: strato intermedio, contiene fasci concentrici di muscolatura liscia immersi in una rete di tessuto connettivo. Le fibrocellule muscolari sono disposte circolarmente intorno al lume del vaso e in seguito a stimolazione, possono contrarsi e ridurre il diametro del vaso: vasocostrizione. Il rilasciamento delle fibrocellule, invece, porta a un aumento del diametro del vaso: vasodilatazione. Tra la tonaca media e la tonaca avventizia si trova uno strato sottile di fibre elastiche, la membrana elastica esterna.
- TONACA AVVENTIZIA: strato più esterno, forma una guaina di tessuto connettivo intorno al vaso. È costituito principalmente da fibre di collagene con fasci dispersi di fibre elastiche che si disperdono nei tessuti adiacenti, fornendo stabilità e ancoraggio ai vasi sanguigni.

Le componenti elastiche e muscolari permettono di controllare le modificazioni del diametro dei vasi. La parete dei vasi è troppo spessa per permettere gli scambi tra le sostanze della corrente ematica e dei tessuti. Per questo, le pareti dei vasi di maggior calibro ricevono piccole arterie e vene, i vasa vasorum, che apportano sangue alle fibrocellule muscolari e ai fibroblasti di tonaca e avventizia.

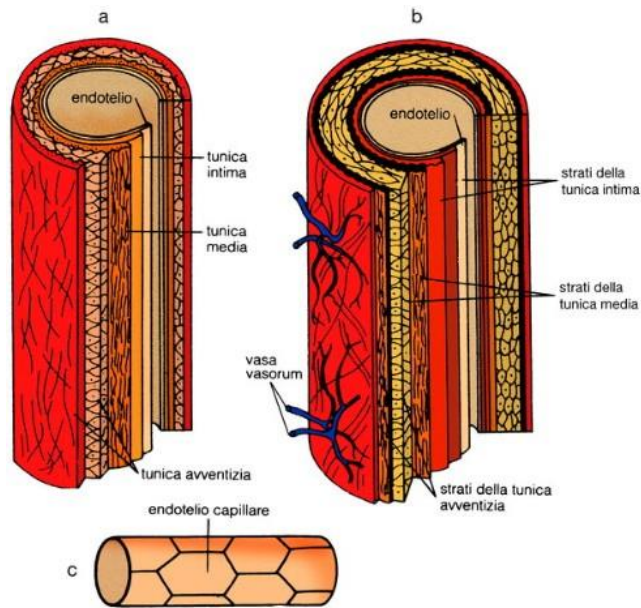


Figura 4 Rappresentazione delle pareti dei vasi.

## 2.6. ARTERIA RADIALE

L'arteria radiale nasce a livello del processo coronoideo dell'ulna e decorre sul lato radiale dell'avambraccio. A livello del processo stiloideo del radio emette il ramo palmare superficiale raggiungendo il palmo della mano dove si anastomizza con l'arteria ulnare formando l'arcata palmare superficiale. A livello del dorso della mano emette un ulteriore ramo, il ramo carpico dorsale, che decorre la superficie del carpo e si anastomizza con il ramo carpico dorsale dell'arteria ulnare formando l'arcata dorsale del carpo. Il tratto terminale decorre verso il lato ulnare formando l'arcata palmare profonda con il ramo profondo dell'arteria ulnare.

Nell'avambraccio l'arteria radiale prende rapporti con diverse strutture:

- Lateralmente, con il margine mediale del muscolo brachioradiale e il ramo superficiale del nervo radiale;
- Medialmente, in alto con il muscolo pronatore rotondo e in basso con il muscolo flessore radiale del carpo;
- Dietro, prende rapporto prima con il tendine del muscolo bicipite, poi con i muscoli che vanno a ricoprire la faccia anteriore del radio

A livello del polso decorre sopra il legamento collaterale radiale dell'articolazione del carpo, sull'osso scafoide e sull'osso trapezio. È incrociata dai tendini dei muscoli abduttore lungo, estensore breve ed estensore lungo del pollice. Questi muscoli delimitano la tabaccheria anatomica. A livello superficiale è incrociata dalla vena cefalica e dai rami del nervo radiale.

Nella mano, l'arteria radiale passa fra i due capi del primo muscolo interosseo dorsale. Sull'estremità delle ultime 4 ossa metacarpali e dei muscoli interossei decorre in maniera trasversale e si anastomizza con il ramo profondo dell'arteria ulnare alla base del quinto osso metacarpale.

L'arteria radiale dà origine a diversi rami collaterali:

- Nell'avambraccio:
  - rami muscolari;
  - ramo palmare superficiale, che forma l'arcata palmare superficiale;
  - ramo carpico palmare;
- Nel polso:
  - ramo carpico dorsale, che forma l'arcata dorsale del carpo;
  - prima arteria metacarpica dorsale;
- Nel palmo della mano:
  - arteria principale del pollice;
  - arteria radiale dell'indice;

L'arteria radiale è molto importante perché rifornisce sangue al polso e alla mano, soprattutto della mano laterale e delle tre dita laterali. Irrora diversi muscoli dell'avambraccio, rifornisce il nervo radiale e una parte dell'articolazione del gomito. Alimenta il muscolo estensore radiale lungo e breve del carpo, il muscolo flessore radiale del carpo e il muscolo flessore superficiale delle dita. Essa origina dall'arteria brachiale antero-medialmente al tendine del bicipite e percorre l'avambraccio infero-lateralmente. Scende insieme al ramo superficiale del nervo radiale lungo il braccio fino al brachioradiale in profondità. Si trova lateralmente al tendine del flessore radiale del carpo a livello dell'avambraccio distale. L'arteria

radiale si anastomizza con l'arco palmare superficiale a livello del radio distale inviando così i rami palmare e dorsale del carpo al polso. Attraversa il pavimento della tabaccheria anatomica, attraversa il muscolo interosseo dorsale e invia i rami arteriosi alla mano, terminando come ramo palmare profondo.

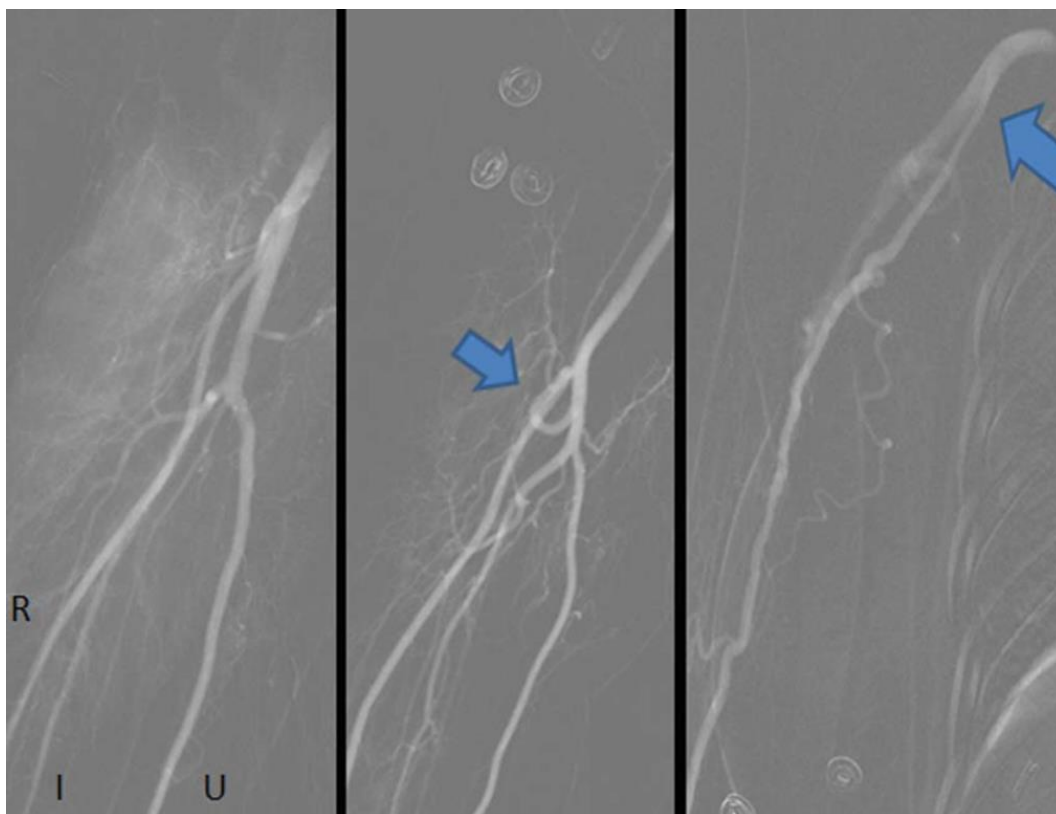
## **2.7. VARIANTI ANATOMICHE**

L'arteria radiale ha origine dall'arteria brachiale nella fossa antecubitale a livello del collo del radio. A livello della testa del radio, l'arteria radiale dà origine a un'arteria radiale ricorrente, che si anastomizza, attraverso l'arteria brachiale profonda, con l'arteria collaterale radiale. Le anomalie dell'arteria radiale, come la tortuosità e i rami accessori, vengono associati al fallimento della procedura. L'anomalia più comune per quanto riguarda l'arteria radiale è la sua origine ad alta biforcazione. In questo caso, l'arteria radiale, si dirama dall'arteria ascellare in posizione più prossimale rispetto alla normalità.

Un'ulteriore anomalia è la duplicazione dell'arteria radiale. Possono essere presenti, inoltre, rami accessori la cui posizione in cui divergono e si ricongiungono al vaso possono variare da persona a persona.

L'identificazione di queste anomalie è molto fondamentale per poter eseguire una procedura diagnostica o interventistica. La tecnica diagnostica che viene utilizzata per l'identificazione dei vasi è l'ecografia, soprattutto se viene identificata un'anormalità al test di Allen. Le anomalie dell'arteria radiale sono rare e la loro presenza può avere implicazioni sulla procedura. La loro identificazione può prevenire esiti sfavorevoli.





*Figura 5 Anatomia dell'arto superiore più comune con arteria radiale, ulnare e interossea (sinistra). Variante dell'ansa radiale in prossimità della fossa antecubitale (centro). Origine alta dell'arteria radiale dall'arteria ascellare (destra).*

### 3. SALA ANGIOGRAFICA

L'angiografia è una procedura diagnostica che permette lo studio e il trattamento dei vasi sanguigni (arterie e vene) delle varie parti del corpo. In neuroradiologia, l'angiografia viene utilizzata principalmente per lo studio dei vasi del collo, dell'aorta, dei vasi cerebrali e dei vasi a destinazione vertebrale e midollare. Può essere divisa in angiografia diagnostica e interventistica. La neuro angiografia diagnostica viene considerata il gold standard per lo studio di malformazioni artero-venose (MAV) e di aneurismi. La neuro angiografia interventistica, invece, consiste nell'esecuzione di trattamenti endovascolari di embolizzazione per il trattamento delle MAV e degli aneurismi mediante l'utilizzo di diversi materiali, come spirali, stent, coils e palloni. Vengono effettuate, inoltre, vertebroplastiche percutanee, biopsie vertebrali, discolisi e angioplastiche. Le indicazioni per uno

studio o trattamento angiografico possono essere per patologie extracraniche o per patologie intracraniche.

L'esame angiografico può essere effettuato in combinazione principalmente con altre due tecniche diagnostiche:

- Con la risonanza magnetica (Angio-RM)
- Con la tomografia computerizzata (Angio-TC)

L'angiografo che viene utilizzato nell'ospedale San Bortolo di Vicenza è un angiografo biplano. L'angiografo biplano (fig. 6) è un'apparecchiatura radiologica costituita da due archi a C, disposti uno a soffitto e uno a pavimento, che permette di visualizzare e acquisire immagini contemporaneamente su due distinti piani dello spazio. I due archi sono disposti in maniera ortogonale tra di loro e mi permettono di ottenere proiezioni antero-posteriori, latero-laterali, oblique e volumetriche. L'arco fissato sul pavimento mi permette di ottenere rotazioni di 360°, mentre quello fissato a soffitto si muove solo sull'asse longitudinale. L'angiografo biplano, grazie all'utilizzo di specifici software, permette di ricostruire immagini tridimensionali dei vasi, di visualizzare in maniera più precisa la sede e la tipologia dell'occlusione, ed evidenziare quali aree non sono irrorate in maniera corretta.



*Figura 6 Angiografo biplano.*

In neuroradiologia interventistica le procedure vengono spesso eseguite in fluoroscopia, ma queste possono comportare un'esposizione a dosi elevate per il paziente. Ogni esposizione medica deve essere giustificata e, se giustificata, deve essere applicata allo specifico paziente in modo tale che la dose sia la più bassa possibile, compatibilmente con la procedura da eseguire.

### **3.1. RADIOPROTEZIONE**

La radioprotezione, in ambito medico, è obbligatoria e indispensabile ogni qualvolta che le radiazioni ionizzanti vengono utilizzate, sia a scopo diagnostico che terapeutico. Le misure di radioprotezione devono essere applicate a tutto il personale di sala e richiedono, da una parte, un'adeguata preparazione e conoscenza da parte degli operatori e, dall'altra, attrezzature e dispositivi per la protezione dalle radiazioni ionizzanti. Tutte le figure professionali che lavorano in ambito radiologico e interventistico ricevono un costante monitoraggio della dose radiante a cui sono esposti.

La radioprotezione in sala angiografica è molto importante perché alte dosi di radiazioni ionizzanti possono provocare effetti biologici potenzialmente gravi sulla persona esposta. Il trasferimento di energia che avviene quando le radiazioni ionizzanti interagiscono con le cellule, può provocare effetti biologici di diversa natura. Il principale bersaglio delle radiazioni ionizzanti sono le cellule, in particolare le molecole di DNA, e l'interazione può avvenire in maniera diretta o indiretta. L'azione diretta porta alla rottura dei legami chimici a livello molecolare; l'azione indiretta è legata alla produzione di radicali liberi che sono in grado di diffondere attraverso la cellula e causare danni alla molecola di DNA. A livello dell'organismo, gli effetti clinici provocati dalle radiazioni ionizzanti possono essere di due tipi: stocastici o deterministici.

Gli effetti deterministici sono effetti precoci o immediati che si manifestano soltanto al superamento di un certo valore soglia e la cui gravità dipende dalla dose; inoltre, sono strettamente correlati alla sensibilità dei tessuti irradiati e

dell'organo. Possono essere precoci o ritardati. Tra gli effetti deterministici possiamo includere la radiodermite, eritemi, perdita di capelli, cataratta e necrosi della pelle. Un aspetto da considerare è che alcuni pazienti possono essere ad alto rischio di lesioni cutanee rispetto al resto della popolazione e necessitano un follow up mirato. Molto spesso i sintomi si sviluppano qualche settimana dopo la procedura e la loro associazione con l'esposizione molte volte non viene neanche presa in considerazione. Per questo motivo è molto importante monitorare soprattutto quei pazienti che sono stati esposti a una dose elevata di radiazioni ionizzanti, in modo tale da segnalare la presenza di eventuali lesioni. È indispensabile, inoltre, una buona comunicazione con il paziente su quelli che potrebbero essere gli eventuali rischi di danni cutanei in modo tale da favorire l'autodiagnosi e un precoce riconoscimento delle possibili lesioni.

Anche gli operatori sanitari sono esposti alle radiazioni ionizzanti e, come i pazienti, possono manifestare l'insorgenza di effetti deterministici, quali la cataratta e la radiodermite cronica.

Gli effetti stocastici, invece, sono di natura probabilistica e si manifestano anche a distanza di anni. La probabilità di accadimento dipende dalla dose assorbita e non da un valore soglia; quindi, ogni dose di radiazione può essere considerata potenzialmente dannosa, ma la frequenza è maggiore se le dosi sono elevate. La probabilità è direttamente proporzionale alla dose di radiazione, mentre la gravità è dose-indipendente. Gli effetti stocastici, a differenza degli eventi deterministici, derivano da mutazioni del DNA, che potrebbero aumentare la probabilità di sviluppare effetti ereditari e/o cancro radio-indotto.

### **3.2. GRANDEZZE DOSIMETRICHE, LIVELLI DI DOSE AL PAZIENTE E LIVELLI DIAGNOSTICI DI RIFERIMENTO**

La dose a cui il paziente è esposto viene misurata attraverso alcuni indicatori dosimetrici di riferimento. Questi indicatori tengono conto della dose alla cute o

dell'energia totale che viene rilasciata. Gli indicatori che vengono utilizzati sono principalmente due:

1. Kerma in aria: è la dose misurata in aria tra il punto di inserzione tra l'asse del fascio e la superficie di ingresso del fascio stesso del paziente. Il valore di questo indicatore dipende:
  - Dal valore dell'alta tensione applicata al tubo radiogeno e dalla filtrazione del fascio rx;
  - Dal valore del prodotto tra la corrente anodica (mA) e il tempo di esposizione espresso in secondi;
  - Dalla distanza tra il fuoco del tubo radiogeno e la superficie di ingresso del fascio.

Si tratta della dose che durante la procedura interventistica si accumula in un punto solidale con la sorgente. Nel caso in cui vengano utilizzate poche proiezioni radiologiche, il kerma in aria è rappresentativo della dose alla cute al paziente; quando il numero di proiezioni utilizzate è molto e ad angoli diversi, il kerma in aria tende a sovrastimare la dose alla cute.

2. Prodotto kerma in aria e area (KAP): è un indicatore legato all'energia totale che viene rilasciata. Rappresenta una stima valida del rischio stocastico del paziente e viene espressa in  $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$ . Spesso non è un indicatore correlato alla dose alla cute del paziente.

Questi due indicatori dosimetrici vengono continuamente monitorati durante le procedure interventistiche e vengono utilizzati per stabilire quelli che sono i livelli diagnostici di riferimento (LDR), introdotti per le procedure radiologiche con la direttiva europea 2013/59/Euratom.

Per quanto riguarda, invece, la dose agli operatori, viene utilizzato un altro indicatore dosimetrico: la dose efficace. La dose efficace è una grandezza che viene stimata attraverso l'equivalente di dose personale che rappresenta la dose ai

tessuti molli alla profondità di 1 cm. L'equivalente di dose viene misurata grazie ai dosimetri di sorveglianza fisica indossati dagli operatori.

### **3.3. LA DOSE NELLE PROCEDURE INTERVENTISTICHE**

La dose agli operatori è strettamente legata alla dose al paziente e conoscere i fattori determinanti la dose è molto importante per la radioprotezione del personale di sala.

Uno dei fattori determinanti della dose procedurale è il fattore legato al paziente rappresentato dal peso del paziente. Durante una procedura, maggiore è lo spessore che il fascio radiante deve attraversare, maggiore sarà l'attenuazione del fascio, cioè maggiore sarà la dose in ingresso per garantire una qualità dell'immagine adeguata.

Tra i fattori di aumento di dose vi sono il tipo di proiezioni angiografiche che vengono utilizzate durante l'intera procedura. Generalmente le proiezioni caudali si associano a una maggiore dose rispetto alle craniali nei pazienti, ma negli operatori hanno un effetto opposto per la diversa vicinanza dal tubo radiogeno. Altro fattore è l'angolazione del tubo radiogeno: piccoli aumenti di angolazione del tubo possono portare a notevoli aumenti di dose per il paziente.

Come già precedentemente detto, nelle procedure interventistiche la principale sorgente di radiazione per il paziente è il tubo radiogeno, mentre per gli operatori di sala è legata alla radiazione diffusa proveniente dal paziente. Gli operatori devono essere formati e sensibilizzati al controllo della dose erogata adottando una serie di azioni che si rifletteranno in una proporzionale riduzione di dose sia per i pazienti che per gli operatori stessi. I principali comportamenti procedurali da adottare sono i seguenti:

- Utilizzare i collimatori: collimando il fascio, si riduce l'esposizione al paziente riducendo l'irradiazione soltanto alla zona di interesse. In questo

modo viene ridotta anche la radiazione diffusa, limitando così l'esposizione radiogena sia al paziente che all'operatore.

- Evitare l'uso dell'ingrandimento: l'uso dell'ingrandimento richiede da parte dell'apparecchiatura maggior dose, esponendo il paziente e l'operatore in maniera maggiore. L'aumento di dose è esponenziale con l'aumento dell'ingrandimento.
- Allontanarsi dal tubo radiogeno
- Limitare il numero di frame al sec: l'erogazione dei raggi x non è continua ma è pulsata. Tanto maggiore è il numero di frame utilizzati, tanto migliore sarà la risoluzione temporale, ma l'esposizione ai raggi x sarà maggiore. La riduzione del numero di frame si traduce in una notevole riduzione della dose mantenendo una buona qualità dell'immagine.
- Limitare l'uso della fluorografia
- Utilizzare sistemi di monitoraggio della dose
- Utilizzare protocolli dedicati alla riduzione della dose
- Evitare il più possibile proiezioni angolate

#### **3.4. DISPOSITIVI DI RADIOPROTEZIONE**

Controllare la dose al paziente permette di controllare anche la dose agli operatori. In angiografia numerosi sono gli ausili di radioprotezione: gli schermi strutturali e i dispositivi di protezione individuali.

Tra gli schermi strutturali, in sala angiografica, possiamo trovare un vetro anti-rx sospeso a soffitto efficace per ridurre la dose al corpo, alla testa e agli occhi, e uno schermo anti-rx posizionato sotto il tavolo angiografico in grado di ridurre la dose agli arti inferiori e alle gonadi (fig.7).



*Figura 7 Schermi anti-x per la radioprotezione collettiva*

I dispositivi di protezione individuale devono essere indossati dagli operatori ogni volta che vengono erogate radiazioni ionizzanti. Questi dispositivi non offrono una protezione totale, ma assorbono la radiazione diffusa in misura percentuale. La protezione che viene fornita dai camici piombati (fig.8) deve essere di almeno 0,5 mm di piombo equivalente e la loro capacità di assorbire le radiazioni dipende dalla distanza dalla sorgente e dall'energia incidente.





*Figura 8 Dispositivi di protezione individuale - camici piombati*

Gli occhiali protettivi (fig.9) forniscono una protezione al cristallino, organo molto sensibile alle radiazioni ionizzanti. Negli ultimi anni sono stati introdotti anche i guanti piombati per ridurre l'esposizione alle mani (fig.9), ma non forniscono un'adeguata protezione se le mani dell'operatore sono posizionate direttamente sotto il fascio primario.



*Figura 9 Occhiali e guanti anti-x*

#### **4. ACCESSO RADIALE NELLE PROCEDURE DIAGNOSTICHE E INTERVENTISTICHE**

Come descritto nell'introduzione di questo elaborato, l'accesso femorale è l'approccio vascolare più utilizzato per quanto riguarda la cateterizzazione dei vasi sopraortici e intracranici, ma è cresciuto negli ultimi anni l'interesse per l'uso

dell'accesso radiale. Tuttavia, l'accesso transradiale presenta una serie di aspetti che bisogna prendere in considerazione: la conoscenza delle varianti anatomiche dell'arto superiore che cambiano da paziente a paziente, le complicanze del sito di accesso, le varie tecniche di emostasi e le tipologie di materiali che devono essere utilizzati.

#### **4.1. MATERIALI E TECNICA DI INCANNULAMENTO**

La tecnica di incannulamento per l'accesso radiale è uguale a tutti gli altri accessi che vengono utilizzati nelle procedure interventistiche. Il posizionamento di un catetere arterioso radiale avviene mediante l'utilizzo della tecnica di Seldinger (fig.10). La tecnica di Seldinger è una tecnica percutanea che prevede l'incannulazione dell'arteria tramite un ago, chiamato trocar; è una procedura che può avvalersi dell'aiuto della tecnica ecoguidata, tramite l'utilizzo degli ultrasuoni, o grazie a dei reperi anatomici. Una volta incannulato il vaso, viene fatto avanzare un filo guida attraverso il lume del trocar, il quale viene poi represso una volta che il filo guida giunge a destinazione. A questo punto viene inserito un introduttore in modo tale da aprire il foro d'ingresso e, attraverso di esso, viene inserito il catetere. La complicanza più comune di questa tecnica è data da un possibile sanguinamento nel punto di inserzione, così come la formazione di infezioni. La mano viene messa in posizione dorsale per facilitare l'avanzamento dei materiali una volta preso il sito di accesso. La puntura può essere eseguita a livello del polso o può essere eseguito un accesso radiale in posizione distale: in questo caso la puntura viene eseguita nella tabaccheria anatomica sopra lo scafoide, e questo permette una migliore compressione arteriosa in caso di complicanze e nella emostasi post-procedurale. La regione volare del polso, però, rappresenta la sede preferita per l'accesso radiale perché a questo livello ha un calibro discreto e una posizione superficiale.

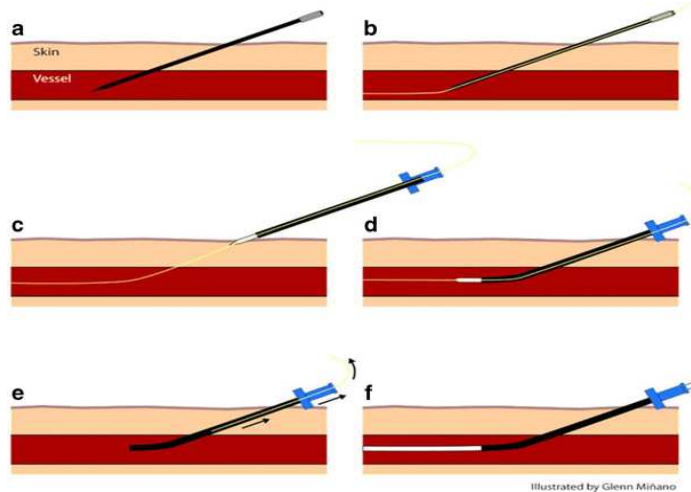


Figura 10 Tecnica di Seldinger utilizzata per l'accesso radiale e femorale.

L'arteria radiale, avendo un calibro più piccolo rispetto all'arteria femorale, ha una serie di limitazioni per quanto riguarda l'utilizzo dei materiali. Una delle cose più importanti da effettuare è la misurazione del diametro dell'arteria per individuare correttamente la tipologia e la grandezza dei materiali che possono essere utilizzati e questo può variare da paziente a paziente. Quando si misura il diametro dell'arteria, tramite l'utilizzo della tecnica ecoguidata, bisogna prestare molta attenzione perché ci sono dei fattori che possono influenzare il risultato, come la temperatura corporea del paziente e il suo livello di agitazione.

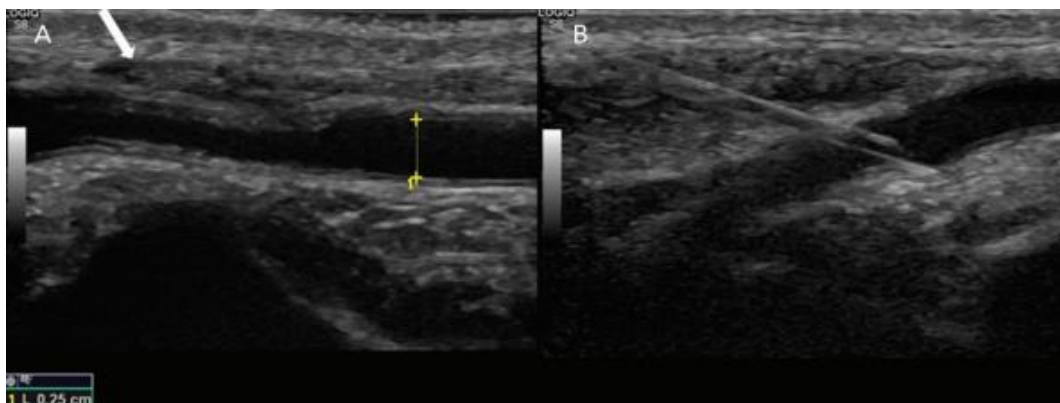


Figura 11 (A) Misurazione tramite la tecnica ecografica del diametro interno dell'arteria radiale prima dell'intervento. (B) Puntura ecoguidata.

L'utilizzo di introduttori con diametro troppo grande rispetto a quello dell'arteria radiale può provocare una delle complicanze più comuni per questo tipo di accesso: l'occlusione del vaso. D'altra parte, la tecnica di incannulamento può essere tentata anche con l'utilizzo di diametri più piccoli, ma in questo caso il rischio di vasospasmo arterioso è più elevato. La somministrazione di una serie di farmaci, come la lidocaina e la nitroglicerina, prima della puntura, aumenta il diametro dell'arteria facilitando così il suo incannulamento. L'arteria radiale, a livello del sito di accesso, di norma ha un diametro medio di  $2,69 \pm 0,40$  mm negli uomini e di  $2,43 \pm 0,38$  mm nelle donne.

L'incannulamento dell'arteria radiale è controindicato specialmente quando il vaso non è palpabile né quando non è visibile con l'ecografia. Inoltre, questo sito di accesso è controindicato quando la circolazione collaterale è inadeguata, quando sono presenti infezioni o ustioni. Possono, quindi, essere considerate in alternativa l'arteria brachiale, l'arteria femorale o le arterie ascellari centrali.

Per quanto riguarda i materiali che vengono utilizzati, invece, dipende dal diametro dell'arteria radiale. In molti pazienti è possibile eseguire un angiogramma con un introduttore da 5 fr quando il diametro interno della sezione trasversale dell'arteria è di circa 1,5-2 mm. In alcuni interventi è necessario utilizzare introduttori specifici a parete sottile da 6 o 7 fr con i quali è possibile utilizzare cateteri guida da 6 fr con un diametro interno da 0,070 o da 7 fr. Per poter utilizzare un introduttore da 6 fr si consiglia un diametro arterioso di almeno 1,99 mm. L'introduttore utilizzato è a doppio lume e i cateteri devono essere specifici ed adeguati all'accesso radiale.



*Figura 12 Accesso transradiale con l'utilizzo di un introduttore da 6 fr, catetere di supporto e microcatetere.*

#### **4.2. TECNICHE DI EMOSTASI**

Nell'approccio radiale la tecnica di emostasi più comunemente utilizzata è la compressione manuale, che consiste nell'esercitare una pressione manuale a monte del sito di accesso ed estrarre contemporaneamente l'introduttore. È molto importante controllare che non vi siano resistenze che possano bloccare la fuoriuscita dell'introduttore perché potrebbero evidenziare la comparsa del vasospasmo arterioso. I tempi di compressione possono variare, ma non dovrebbero mai superare i 60 minuti.

Un'ulteriore tecnica utilizzata per l'emostasi avviene tramite l'utilizzo di dispositivi di compressione, come ad esempio il TrBand o l'HemoBand (fig.13). Questi sono

bracciali radiali regolabili con compressione controllata. Forniscono un'emostasi costante mantenendo la pervietà dell'arteria radiale proteggendo allo stesso tempo l'integrità dell'arteria ulnare. Questo tipo di dispositivo riduce, inoltre, la compressione del polso migliorando il flusso arterioso alla mano e favorendo il ritorno venoso. Grazie a questo dispositivo, essendo trasparente, si ha un costante controllo visivo del sito di puntura consentendo il monitoraggio in caso di eventuale sanguinamento. Il bracciale compressivo è dotato di un palloncino, di una chiusura a velcro, di una valvola direzionale a cui si raccorda la siringa per il gonfiaggio del palloncino che viene gonfiato fino a 13/15 cc comprimendo l'arteria. La cuffia è stata studiata per non comprimere in modo eccessivo a livello polso, garantendo ugualmente l'emostasi. Bisogna prestare particolare attenzione, in seguito alla compressione, al colorito che assume la mano, alle difficoltà di movimento della mano e delle dita, dolori o formicolio e risulta essenziale controllare spesso il polso arterioso a valle della medicazione. L'assenza di polso arterioso o sintomi correlati deve essere immediatamente riferita al personale medico in quanto può provocare la comparsa di complicanze, a volte anche gravi. Se la chiusura dell'accesso radiale è andata a buon fine, dopo circa 4 ore il dispositivo può essere completamente rimosso.

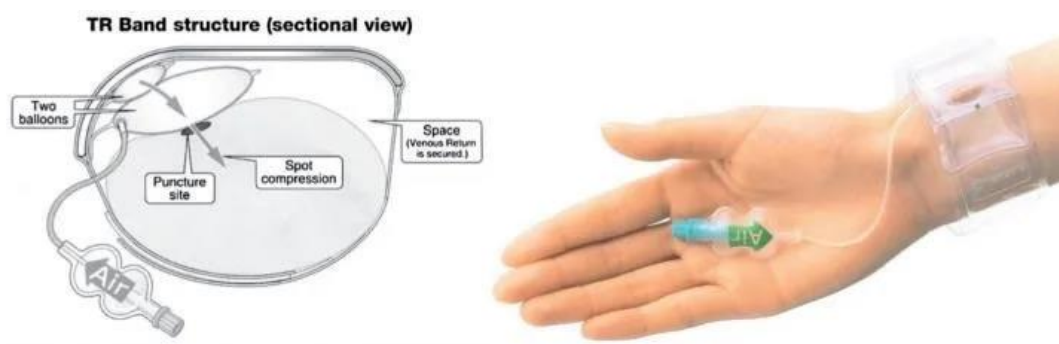


Figura 13 Tr Band - dispositivo di compressione per l'accesso radiale.

#### 4.3. VANTAGGI

L'approccio radiale presenta numerosi vantaggi sia per l'esecuzione della procedura sia per il paziente. L'arteria radiale, rispetto all'arteria brachiale e

femorale, è un'arteria che ha un decorso superficiale e nelle sue vicinanze non ha strutture nervose o nervi importanti che possono essere compromessi. Questo semplifica la sua compressione e il monitoraggio di eventuali complicanze come ematomi, formazione di fistole artero-venose o emorragie. È un accesso che potenzialmente riduce le complicanze che possono mettere in pericolo di vita il paziente, riduce la mortalità e gli eventi cardiovascolari avversi più gravi. Ha il vantaggio, inoltre, di offrire un accesso diretto al sistema vertebrobasilare.

L'accesso radiale, rispetto all'accesso femorale, offre ulteriori vantaggi per il paziente: ha una maggiore tollerabilità e un tempo di emostasi minore permettendo al paziente un breve tempo di degenza ospedaliera. È meno doloroso sia dal punto di vista intraprocedurale che postprocedurale. In generale l'accesso radiale è meglio tollerato dai pazienti perché permette loro di sedersi, camminare e mangiare subito.

Il posizionamento di un catetere in un vaso sanguigno può comportare in ogni caso un rischio di emorragia. Dopo rimozione di un catetere dall'arteria femorale, il paziente dovrà rimanere immobile con la gamba ferma per 6 ore per non creare complicanze. In alcuni casi, può verificarsi un'emorragia interna che potrebbe diventare grave e richiedere intervento chirurgico o trasfusioni di sangue. È una complicanza rara, ma diventa meno frequente se il catetere arterioso viene posizionato nell'arteria radiale. Siccome l'arteria radiale ha un diametro minore ed è più superficiale, le emorragie interne non si verificano e quelle esterne possono essere facilmente eliminate grazie alla compressione manuale o tramite dispositivo.

La scelta tra l'utilizzo dell'accesso radiale rispetto all'accesso femorale dipende molto dal medico che esegue l'intervento e dalla sua esperienza. Molti medici utilizzano l'accesso radiale in situazioni in cui l'utilizzo dell'accesso femorale risulterebbe complicato, come nei pazienti obesi o pazienti con ostruzioni di vasi sanguigni che vanno a rifornire gli arti inferiori. L'approccio femorale, invece, può essere utilizzato nei pazienti dove la conservazione dell'accesso radiale risulta

essenziale: pazienti che necessitano di fistole per la dialisi o pazienti che devono effettuare un bypass.

#### **4.4. COMPENSO EMODINAMICO**

L'arteria radiale svolge un ruolo molto importante per quanto riguarda il compenso emodinamico a livello del polso e della mano. L'arteria radiale, insieme all'arteria ulnare, fornisce un grosso flusso sanguigno all'avambraccio, al polso e alla mano. A livello del polso queste due arterie creano una fitta rete anastomotica formando l'arco palmare profondo e superficiale. L'anastomosi mette in comunicazione letti sanguigni arteriosi, ovviando ai possibili effetti di un'occlusione locale e permettendo così al sangue di raggiungere dei valori pressori e una distribuzione sanguigna periferica uniforme. Una delle problematiche legate ai trattamenti endovascolari è l'occlusione o perforazione dell'arteria radiale con conseguente rischio di ischemia della mano. Questo tipo di rischio può essere ridotto in maniera significativa effettuando, prima di eseguire una procedura interventistica, il test di Allen. Il test di Allen (fig.14) è un test che permette la valutazione del flusso arterioso collaterale a livello del polso e della mano in preparazione a una procedura che potrebbe interrompere il flusso nell'arteria radiale. Il test consiste nella compressione simultanea con tre dita dell'arteria radiale e dell'arteria ulnare in corrispondenza della piega cutanea prossimale del polso. In seguito, viene chiesto al paziente di chiudere e aprire la mano per una decina di volte. La mano deve poi rimanere aperta assicurandosi che il polso e la mano non siano iperestesi. A questo punto si può osservare che il palmo della mano è scurito. Il medico decomprime l'arteria ulnare e prende nota del tempo necessario affinché la mano ritorni a una colorazione normale. Se il tempo è inferiore ai 6 secondi il test viene considerato positivo e questo vuol dire che è presente un'efficiente circolazione collaterale e un buon compenso emodinamico. Il procedimento viene poi ripetuto anche per l'arteria ulnare e per entrambe le mani.



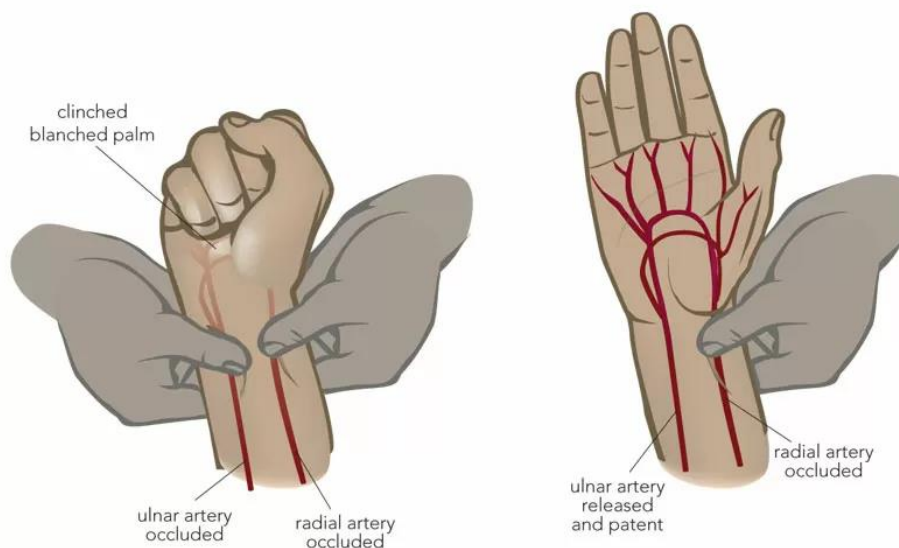


Figura 14 Test di Allen

Oltre al test di Allen vengono utilizzate altri metodi non invasivi per valutare la circolazione collaterale della mano, come il test di Barbeau e l'ecodoppler.

Il test di Barbeau (fig.15) si basa sull'uso di forme d'onda pletismografiche della pulsossimetria. La pletismografia è una tecnica che permette di registrare le variazioni del volume di un organo o di un vaso, indotta da variazioni del rispettivo contenuto di sangue. Questo test viene utilizzato in alternativa al test di Allen nei pazienti sottoposti a cateterismo dell'arteria radiale. Durante il test di Barbeau viene applicato al pollice il sensore dopo aver compresso l'arteria radiale per due minuti. I risultati del test vengono poi suddivisi in quattro gradi in base alla lettura delle forme d'onda:

- Grado A indica l'assenza di smorzamento del polso subito dopo la compressione dell'arteria radiale;
- Grado B indica smorzamento del polso;
- Grado C indica la perdita del tracciato del polso seguita dal recupero del tracciato entro due minuti;

- Grado D indica perdita del tracciato senza il suo recupero entro due minuti.



Figura 15 Test di Barbeau

Con l'ecodoppler, invece, ottengo delle immagini strutturali delle arterie e la valutazione del flusso sanguigno. L'assenza di flusso suggerisce la presenza di un'occlusione. Questa tecnica non è invasiva e permette una diagnosi più rapida.

#### 4.5. COMPLICANZE INTRAPROCEDURALI

Le complicanze più comuni dell'accesso transradiale comprendono lo spasmo dell'arteria radiale, l'intrappolamento del catetere, l'occlusione e la perforazione dell'arteria radiale. Tra quelle più rare vengono prese in considerazione la formazione di uno pseudoaneurisma a livello dell'arteria radiale, formazione di granuloma o di ascesso sterile, ischemia della mano, formazione di fistola arterovenosa, la sindrome compartimentale e l'estroflessione dell'arteria radiale.

Lo spasmo dell'arteria radiale (fig.16) è una delle complicanze più comuni per quanto riguarda l'accesso transradiale. Essendo un'arteria muscolare ricca di recettori adrenergici, la loro stimolazione provoca una contrazione della muscolatura liscia vasale rendendo l'arteria altamente spasmodica rispetto ad altri vasi. Questo fenomeno, di conseguenza, diminuisce il diametro del lume dell'arteria. Per prevenire allo spasmo, vengono somministrati al paziente una

serie di farmaci intra-arteriosi, tra cui eparina, nitroglicerina e verapamil, che inducono una rapida e prolungata vasodilatazione dell'arteria radiale riducendo il vasospasmo. Lo spasmo arterioso si manifesta il più delle volte con un fastidio all'avambraccio in seguito alla resistenza di cateteri o fili guida.

Un grave spasmo dell'arteria può portare, anche se raramente, all'intrappolamento del catetere o all'estroffessione dell'arteria. I cateteri devono essere manipolati con attenzione e lentamente perché eventuali frammenti del catetere all'interno dell'arteria potrebbero causare ischemia della mano, infezioni e formazione di trombi.

I fattori predittivi di uno spasmo radiale sono la presenza di anomalie dell'arteria radiale, dal numero di cateteri o fili guida che vengono utilizzati e dal suo diametro ridotto. Incidono in maniera significativa anche i ripetuti tentativi di incannulare l'arteria contribuendo spesso a uno spasmo ancora prima dell'incannulamento.



*Figura 16 Angiogramma dell'arteria radiale dopo inserimento del catetere mostra un vasospasmo arterioso dovuto a una manipolazione del filo.*

Durante la procedura interventistica, un'altra complicanza che potrebbe verificarsi, è la perforazione dell'arteria radiale. È una complicanza molto rara che si può prevenire stando molto attenti alla tecnica che viene utilizzata. Si può verificare per un avanzamento involontario del filo guida nei piccoli rami collaterali che provoca la perforazione.

La perforazione dell'arteria (fig.17) può portare a gravi conseguenze, tra cui una grave emorragia che, se non viene gestita subito e in maniera corretta, potrebbe far insorgere la sindrome compartimentale che necessita in seguito di intervento chirurgico. Se durante l'avanzamento del catetere si riscontrano difficoltà bisogna interrompere subito la procedura e procedere con un'angiografia in modo tale da delineare l'anatomia e verificare la presenza di eventuali anomalie anatomiche escludendo possibili complicanze. Al verificarsi della perforazione, bisogna procedere immediatamente all'emostasi manuale o compressiva mediante dispositivo. La maggior parte delle volte si verifica in pazienti che hanno vasi tortuosi, anomalie o diametri arteriosi ridotti. Per facilitare l'avanzamento del catetere e per ridurre al minimo il rischio di complicanze vascolari viene utilizzata la tecnica del tracciamento assistito da un palloncino.

La perforazione dell'arteria radiale viene individuata immediatamente perché possono comparire dolori all'avambraccio o reazioni vasovagali. Nella maggior parte dei casi viene gestita in maniera conservativa, ovvero andando a chiudere il sito di perforazione facendo avanzare un introduttore lungo o un catetere guida in modo tale da poter completare la procedura. Per raggiungere l'emostasi, i tempi possono variare da pochi minuti fino a 20 minuti. Se il filo non è in grado di passare bisogna procedere immediatamente all'emostasi posizionando uno sfigmomanometro vicino alla perforazione con bendaggio compressivo o con la compressione manuale per evitare ulteriori complicanze come emorragie, sindromi compartimentali o formazione di ematomi.



Figura 17 Esempio 1. Stravasamento di mezzo di contrasto in seguito alla perforazione dell'arteria radiale.

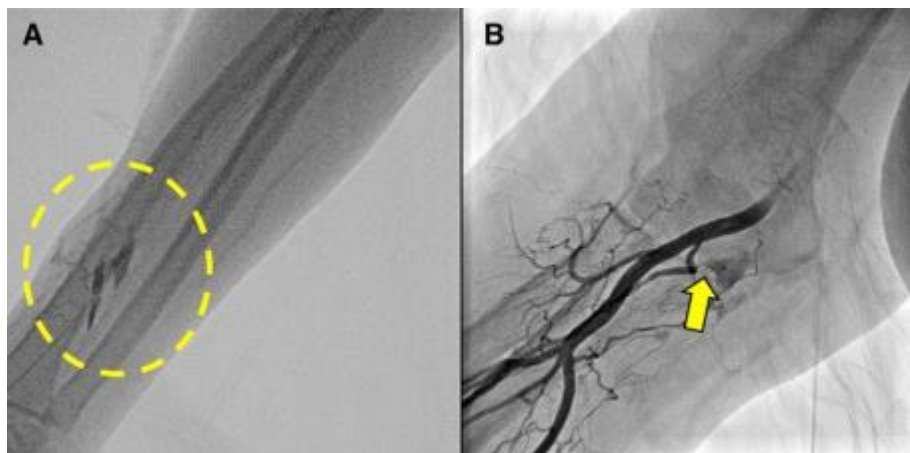


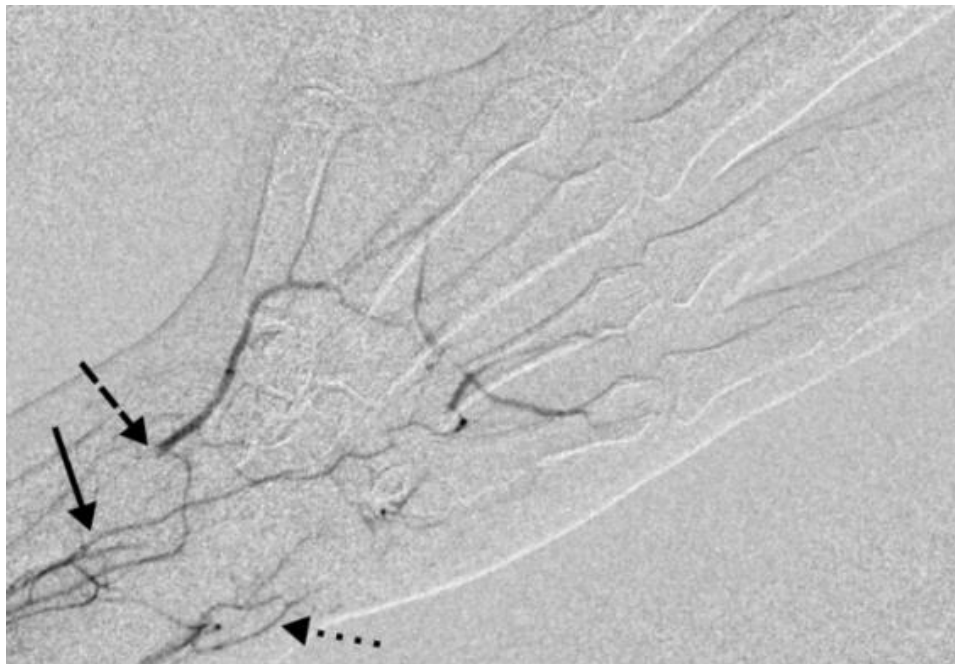
Figura 18 Esempio 2. (A) Stravasamento di mezzo di contrasto a causa della perforazione e (B) perforazione in corrispondenza dell'angolazione della piccola arteria.

#### 4.6. COMPLICANZE POSTPROCEDURALI

Tra le complicanze post procedurali prendiamo in considerazione l'occlusione dell'arteria radiale, spesso causata dall'utilizzo di cateteri di dimensioni maggiori del lume dell'arteria. Ulteriori complicanze possono essere la formazione di

ematomi, di pseudoaneurismi arteriosi, di fistole arterovenose e l'insorgenza della sindrome compartimentale.

L'occlusione dell'arteria radiale (fig.19) è una delle complicanze più comuni nelle procedure interventistiche con un'incidenza dell'1-10% dei casi. Nella maggior parte dei casi è asintomatica e clinicamente silente a causa della circolazione collaterale, attraverso l'anastomosi tra arteria ulnare e radiale, che fornisce un'abbondante alimentazione dell'arco palmare e permette di prevenire complicazioni. Alcuni sono i fattori di rischio della RAO: la compressione prolungata e ad alta pressione dell'arteria radiale, i ripetuti accessi arteriosi e un basso rapporto tra il diametro dell'arteria e l'introduttore. Degli studi dimostrano che hanno un impatto anche il sesso femminile, l'indice di massa corporea basso e l'età avanzata.



*Figura 19 Occlusione dell'arteria radiale con flusso distale fornito dal ramo carpo-palmare dell'arteria interossea un giorno dopo l'accesso radiale.*

Dopo una procedura interventistica con l'utilizzo dell'accesso radiale, l'assenza di polso radiale potrebbe essere uno degli indicatori dell'occlusione del vaso. Tuttavia, anche un polso palpabile non esclude l'occlusione dell'arteria perché il

flusso sanguigno collaterale, attraverso l'arteria interossea anteriore, potrebbe dare una falsa illusione della sua pervietà dell'arteria. Di conseguenza, è una complicanza che spesso non viene diagnosticata e per questo motivo risulta molto importante il test di Barbeau, il test di Allen e l'ecodoppler.

È molto importante conservare la pervietà dell'arteria radiale per futuri cateterismi, per il suo uso in pazienti che sono sottoposti a bypass coronarici o per la formazione di fistole arterovenose nei pazienti con malattie renali in fase terminale. Per ridurre il verificarsi dell'occlusione dell'arteria radiale, è necessario utilizzare tutte quelle che sono le procedure intra e post procedurale: somministrazione di anticoagulanti, la prevenzione dello spasmo arterioso, minor numero possibile di punture, l'uso di cateteri di piccole dimensioni in relazione alle dimensioni del diametro del vaso e un'emostasi pervia.

La formazione di ematomi a livello del sito di accesso radiale è un'altra complicanza post procedurale che potrebbe verificarsi. Gli ematomi possono venire classificati in base alla classificazione Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Disease:

- Grado I: ematoma locale e superficiale <5 cm
- Grado II: ematoma con leggera infiltrazione muscolare <10 cm
- Grado III: ematoma al di sotto del gomito >10 cm e infiltrazione muscolare
- Grado IV: ematoma al di sopra del gomito
- Grado V: ematoma in qualsiasi punto del corpo con rischio ischemico

Per i pazienti che presentano piccoli ematomi nel sito di accesso è molto importante la valutazione del dispositivo di compressione con un eventuale riposizionamento in sede più prossimale o con l'aggiunta di un ulteriore dispositivo.

Lo pseudoaneurisma arterioso (fig.20) a livello dell'arteria radiale è una complicanza molto rara; è una complicanza frequente, invece, per quanto riguarda l'arteria femorale. Nella maggior parte dei casi è indolore e si deve sospettare la

sua presenza se si presenta un rigonfiamento nel sito di accesso arterioso. I potenziali fattori di rischio per la comparsa di uno pseudoaneurisma sono le infezioni, l'anticoagulazione sistemica, le punture ripetute e un'insufficiente compressione post procedura. Per quanto riguarda il suo trattamento, diverse possono essere le opzioni: compressione con dispositivo o guidata con gli ultrasuoni, somministrazione di trombina o riparazione chirurgica. Un'ulteriore opzione è quella di accedere nuovamente all'arteria radiale in posizione distale in modo tale da inserire un catetere con lo scopo di coprire il collo dello pseudoaneurisma, seguito da una compressione meccanica o iniezione di trombina o l'utilizzo di stent ricoperti.



*Figura 20 Dimostrazione ecografica di uno pseudoaneurisma a livello dell'arteria radiale*

Le fistole arterovenose possono formarsi nel sito di accesso arterioso ma sono molto rare. Si sospetta la sua presenza quando il paziente presenta gonfiore a livello del sito di accesso o brivido palpabile. Il trattamento comprende l'intervento chirurgico, l'utilizzo di stent coperti o la compressione prolungata con banda emostatica.

## **5. ACCESSO RADIALE vs ACCESSO FEMORALE**

L'arteria femorale è rimasto il sito di accesso preferito per i neurointerventisti. Due sono principalmente i motivi: da un lato, l'arteria femorale ha un calibro maggiore rispetto all'arteria radiale permettendo così una maggior sicurezza quando si inseriscono al suo interno cateteri e introduttori; dall'altro lato, l'assenza di materiale specifico per l'accesso radiale.



L'accesso femorale, tuttavia, presenta delle limitazioni. I primi due fattori che limitano l'utilizzo dell'arteria femorale sono l'età e l'obesità del paziente. Questa arteria non è superficiale come l'arteria radiale, ma è profonda e la corporatura del paziente può causare un ostacolo nell'esecuzione della puntura.

Un ulteriore svantaggio dell'accesso femorale riguarda proprio l'anatomia dei vasi e le patologie correlate. L'incannulamento dei vasi dell'arco aortico non è sempre semplice e l'accesso femorale non sempre è la scelta giusta. L'arco aortico di tipo 3, malattie aterosclerotiche estese che coinvolgono l'arco aortico e aorta discendente, coartizione o dissezione dei vasi ileo-femorali o dell'aorta o malattia atero-occlusiva ilio-femorale, sono limitazioni che molto spesso rendono difficile l'utilizzo dell'arteria femorale per eseguire la procedura. Numerose sono anche le complicanze: dissezione arteriosa, pseudoaneurisma o fistole artero-venose, lesioni del nervo femorale, ischemia dell'arto inferiore, ematoma inguinale o retroperitoneale. Uno degli svantaggi maggiori dell'accesso femorale è l'immobilizzazione della gamba del paziente che lo porta a una degenza ospedaliera più lunga e un maggior disagio. Diventa un problema soprattutto per i pazienti anziani o pazienti che soffrono di mal di schiena.

L'accesso radiale ha un unico vero svantaggio nel suo utilizzo: l'assenza di materiali specifici e adeguati. Per l'accesso radiale, al giorno d'oggi, sono presenti soltanto introduttori massimo da 6 fr. Questa è una grossa limitazione che porta spesso i medici interventisti all'utilizzo dell'approccio femorale invece che di quello radiale.

In sala angiografica l'accesso radiale viene principalmente utilizzato per la diagnostica e non per l'interventistica, in quanto il passaggio di microcateteri e spirali fino all'encefalo, tramite il passaggio attraverso le carotidi, potrebbe comportare dei rischi per il paziente. Per l'interventistica viene preferito l'accesso femorale, essendo un'arteria con un calibro maggiore permettendo il passaggio di cateteri a profilo largo.

## 6. RUOLO DEL TSRM

La figura del tecnico sanitario di radiologia medica è cambiata molto nel corso degli ultimi decenni. Il TSRM ha subito una grossa evoluzione passando da assistente ai “gabinetti radiologici”, a esercente di “arte ausiliaria”, fino ad arrivare ad essere in possesso di una “professione sanitaria” vera e propria.

Il TSRM è il professionista che possiede una formazione abilitante a svolgere, in via autonoma o in collaborazione con altre figure sanitarie e su prescrizione medica, tutti gli interventi che richiedono l'uso di radiazioni ionizzanti e su indicazione e responsabilità dei fisici medici e/o esperti qualificati le misure strumentali per la radioprotezione.

Il TSRM ha come primo compito tutelare la salute del paziente utilizzando in maniera appropriata le apparecchiature diagnostiche a disposizione prestando particolare attenzione agli aspetti radioprotezionistici e ai controlli di qualità.

Il ruolo del TSRM, in particolare in sala angiografica, può essere riassunto in tre fasi: fase pre-procedura, fase della procedura e fase post-procedura.

Nella prima fase, il tecnico accoglie il paziente e verifica insieme al personale infermieristico la corretta compilazione del consenso informato e la presenza degli esami ematochimici. Controlla i dati anagrafici del paziente e lo accetta al RIS. Controlla, inoltre, se ci sono degli esami TC o RM precedenti e se il paziente ha già eseguito delle procedure di radiologia interventistica nella stessa regione anatomica. Carica la pompa di MDC e collabora con il personale medico-infermieristico nella preparazione del campo sterile, nel posizionamento delle barriere anti-x e nella predisposizione del materiale utile alla procedura che si intende eseguire. Posiziona delle coperture nel detettore e nel tubo radiogeno in modo tale da non contaminare il campo sterile.

Il tecnico, insieme al personale infermieristico, posiziona il paziente supino sul letto angiografico con l'angiografo in testa al letto. Nello specifico, quando viene utilizzato l'accesso radiale, viene posizionato l'avambraccio del paziente su un

supporto radiotrasparente dedicato incastrato tra il tavolo operatorio e il lettino porta paziente. Tale supporto è dotato di fasce e maniglia che consentono il corretto posizionamento del braccio con la mano in supinazione.

Questo supporto facilita l'accesso radiale durante le procedure diagnostiche e interventistiche, garantendo allo stesso tempo un maggior comfort al paziente e una protezione aggiuntiva dalle radiazioni per l'operatore. È rapido da installare e da adattare alle variazioni di dimensioni del paziente e di posizione del braccio.

La STARBoard (fig.21 e 22) consente una presentazione rapida ed efficace del polso del paziente durante l'accesso radiale distale e per l'accesso radiale prossimale quando si preferisce la posizione iperestesa. Una volta ottenuto l'accesso, una semplice regolazione della STARBoard consente di ruotare il polso del paziente in una posizione più rilassata e medialmente ruotata durante il resto della procedura. Viene realizzato in fibra di carbonio per garantire resistenza, radiotrasparenza e durata superiori.



*Figura 21 STARboard - supporto radiotrasparente dedicato per l'accesso radiale*



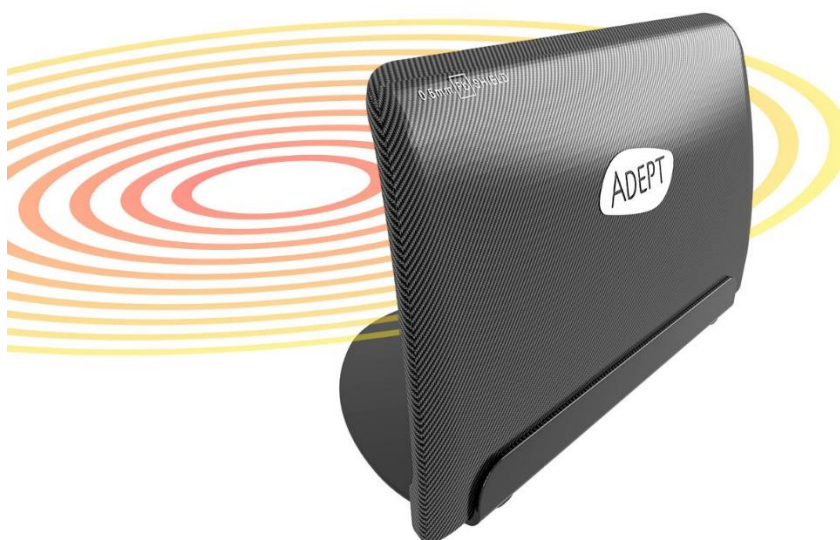
*Figura 22 STARboard - supporto radiotrasparente dedicato per l'accesso radiale*



*Figura 23 Maniglia e scudo protettivo anti-x*



*Figura 24 La STARboard manterrà la posizione del braccio del paziente rimandendo libera di ruotare e regolare.*



*Figura 25 Scudo verticale che permette un'ulteriore protezione dai raggi x con 0,5 mm di piombo.*

Viene poi posizionata tutta la strumentatura sterile sul bancone e vengono indossati i camici sterili e i dispositivi di protezione individuale. Si prosegue con il tamponamento della zona ventrale del polso con soluzione antisettica e con il posizionamento dei teli sterili intorno al sito di accesso radiale.

Una volta che il campo sterile è pronto, si procede con la seconda fase.

Il medico interventista, grazie all'utilizzo della sonda ecografica, inserisce l'ago all'interno dell'arteria radiale tramite la tecnica di Seldinger. Vengono iniettati nella pelle e sottocute 1 o 2 ml di anestetico lungo il percorso previsto per l'inserimento dell'ago e grazie all'ecografia, si ottiene un'immagine della sezione trasversale dell'arteria radiale nell'avambraccio distale. Durante la puntura dell'arteria, oltre alla tecnica ecografica, il medico può decidere di utilizzare l'angiografo.

L'ago, durante l'incannulamento dell'arteria, deve essere mantenuto a 30/45° nella cute e verso il punto centrale della sonda ecografica e viene fatto avanzare il dispositivo di incannulamento. Quando si avvicina all'arteria, bisogna ridurre l'angolo di inserimento in modo tale da avere un maggior controllo possibile. L'ago deve prima penetrare la parete arteriosa superficiale e poi deve entrare nel lume arterioso. Se si presenta un simultaneo reflusso di sangue e pulsante conferma il corretto posizionamento intra-arterioso dell'ago (fig.26).

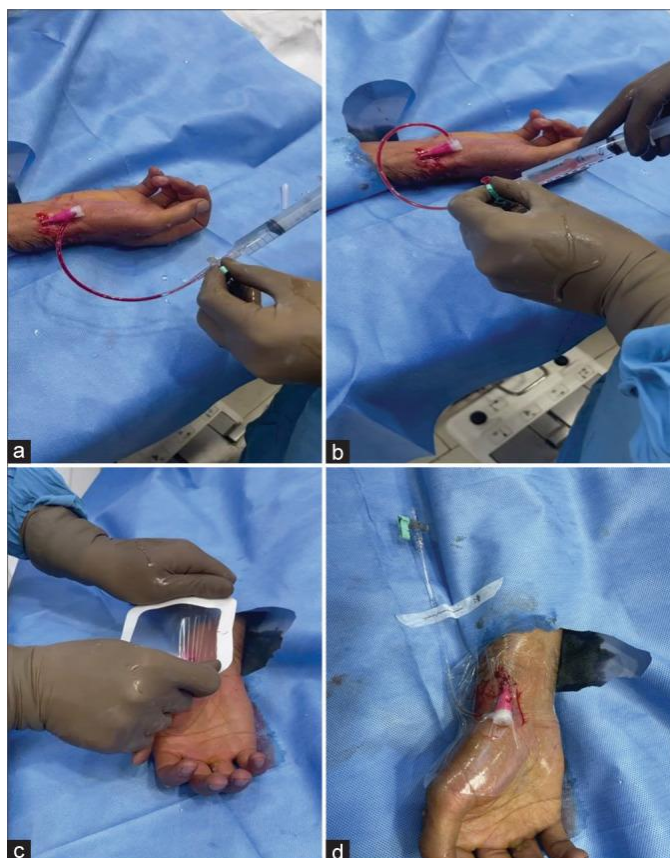


*Figura 26 Dimostrazione delle varie fasi della puntura radiale.*

Non sempre viene utilizzata la tecnica ecografica. Molto spesso il medico si avvale dell'utilizzo dell'angiografo.

Infatti, mentre il medico prende l'accesso radiale, il tecnico manovra l'angiografo e, grazie alla scopia, gli facilita la visualizzazione dell'arteria e il passaggio dei materiali al suo interno. Le proiezioni radiologiche che il tecnico esegue non sono standard ma variano in base alla posizione del braccio del paziente: viene eseguita una proiezione in antero-posteriore per la diretta visualizzazione dell'arteria radiale e ulnare e delle proiezioni oblique sproiettate in modo tale da rendere visibili le diverse diramazioni. Solitamente l'arco a C, posizionato verso la testa del paziente, viene fatto ruotare verso sinistra, ovvero verso il braccio destro, e viene sbloccato il letto porta paziente facendolo ruotare verso destra. In questo modo riesco ad ottenere una visualizzazione ottimale del decorso dell'arteria radiale.

Nello stesso tempo, il medico effettua la puntura e, grazie all'utilizzo del mezzo di contrasto, verifica il corretto posizionamento dell'introduttore e verifica che non siano complicazioni per l'esecuzione della procedura. Per l'accesso radiale il mezzo di contrasto viene iniettato manualmente; se viene utilizzato l'accesso femorale, il medico si adopera dell'iniettore. Questo controllo viene effettuato sia all'inizio sia alla fine della procedura. All'ospedale San Bortolo di Vicenza il mezzo di contrasto che viene utilizzato è lo iopamiro 300 o in alternativa il visipaque 270 con 4 ml/s di flusso e 8 cc di contrasto. Questi valori fanno riferimento all'accesso femorale perché viene utilizzato l'iniettore automatico.



*Figura 27 (a) Si controlla il reflusso attraverso l'introduttore e si rimuovono le eventuali bolle d'aria. (b) Si inietta il cocktail radiale. (c) Viene applicato un Tegaderm per fissare l'introduttore per evitare movimenti ripetuti durante la procedura. (d) Posizione finale dell'introduttore nell'arteria radiale.*

Durante questa fase il tecnico collabora nel passaggio del materiale utile alla procedura, che vengono richiesti dal primo operatore. Il tecnico è responsabile delle immagini che vengono prodotte durante il corso di tutto l'intervento, impostando funzioni e manovre in modo tale da ottenere la miglior qualità d'immagine compatibilmente con la dose che viene erogata al paziente.

Il TSRM, durante questa fase, ha il compito di attuare il principio di ottimizzazione in base alle proprie competenze professionali e di valutare, insieme al medico interventista, la qualità della tecnica diagnostica che sta utilizzando. È responsabile, inoltre, di garantire la radioprotezione del paziente e di tutto il personale medico-infermieristico attuando alcune manovre molto importanti:



- Mantiene la massima distanza possibile tra tubo radiogeno e paziente e pone il rivelatore d'immagine il più vicino possibile al paziente
- Collima il fascio di raggi x per ridurre le radiazioni diffuse
- Utilizza filtri per ottimizzare l'esposizione
- Minimizza i tempi di fluoroscopia e utilizza il minor numero di impulsi possibile
- Utilizza in modo corretto i dispositivi di protezione individuale e collettiva

L'ultima fase è quella della post-procedura dove il tecnico controlla, analizza e modifica le immagini prodotte, in modo tale che il medico possa fare una diagnosi accurata. Esegue eventuali ricostruzioni tridimensionali e inserisce i dati dosimetrici, la quantità di mdc somministrato al paziente e l'orario di inizio e fine procedura. Come ultima cosa, archivia le immagini al PACS.

## **7. CONCLUSIONI**

L'accesso radiale, ancora oggi, non risulta l'accesso preferito per i neurointerventisti. Molto spesso non viene scelto per la presenza di varianti anatomiche a livello dell'arteria radiale, per le dimensioni ridotte del calibro del vaso, ma soprattutto a causa della mancanza di dispositivi specifici neuroendovascolari, unico vero svantaggio dell'accesso radiale.

Tuttavia, per quanto riportato in questo elaborato, l'esperienza con l'accesso radiale per le procedure diagnostiche e interventistiche ha dimostrato come questa via di accesso sia una tecnica valida in termini di sicurezza ed efficacia, con un basso tasso di complicanze rispetto all'accesso femorale. L'accesso radiale è certamente associato a un maggior comfort per il paziente che gli permette una precoce deambulazione e una degenza ospedaliera breve riducendo così i costi ospedalieri.

Inoltre, i fattori di rischio maggiori per l'accesso femorale sono l'età e l'obesità. Recenti studi hanno dimostrato che l'Italia è il Paese Europeo con il maggior tasso

di sovrappeso e obesità e l'età media della popolazione sta aumentando ogni anno di più. Questo problema aumenterà sempre di più nel corso degli anni portando i medici interventisti a adottare sempre più frequentemente l'approccio radiale.

Pertanto, il suo continuo utilizzo, aiuterebbe i medici interventisti ad ottenere una maggior esperienza che contribuirebbe a sostituire l'accesso femorale per la maggior parte delle procedure diagnostiche e interventistiche.

Il TSRM, per quanto riguarda il suo ruolo, opportunamente formato ed edotto circa l'anatomia e le varie tecniche di proiezioni radiografiche, risulta indispensabile nel favorire e agevolare l'indagine con l'accesso radiale. Il suo lavoro è indispensabile, soprattutto, al fine di garantire la radioprotezione del paziente e di tutto il personale medico-infermieristico all'interno della sala angiografica.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Ahuja C.H. et al. Access Route for Endovascular Neurointervention -Transfemoral to Transradial: Is it Worth the Effort and are we Ready for the Change?. India: Division of Neuroradiology, Department of Radiodiagnosis and Imaging, Post Graduate Institute of Medical Education and Research (PGIMER), Chandigarh, India; Division of Neuro and Vascular Intervention, Department of Neurology, Christian Medical College, Department of Interventional Neuroradiology, Paras Hospital, Panchkula; 11 novembre 2021.
2. Caamaño I. R. et al. Distal Transradial Artery Access for Neuroangiography and Neurointerventions. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature; 13 July 2021.
3. Corrales J. E. Radial Artery Access: Should it Be Used More Often?. Madrid, Spain: Cardiología invasiva. Servicio de Cardiología. Hospital General Gregorio Marañón; 2003.
4. Narsinh H. K. et al. Radial artery access for neuroendovascular procedures: safety review and complications. USA: Radiology & Biomedical Imaging, University California San Francisco, University of Illinois College of Medicine at Peoria, Neurological Surgery, University California San Francisco; 22 September 2021.
5. Nohara A. M. & Kallmes D. F. Transradial Cerebral Angiography: Technique and Outcomes. AJNR Am J Neuroradiol 24:1247–1250; June/July 2003.
6. Pons R. B. & Caamaño I. R. & de Dios Lascuevas M. Radial Access for Neurointerventions. Barcelona, Spain: Department of Interventional Neuroradiology, Hospital Universitari de Bellvitge, Hospitalet de Llobregat; 30 April 2020.
7. Satti S. R. & Vance A. Z. Radial Access for Neurovascular Procedures. Neurointerventional. Philadelphia, Pennsylvania: Surgery, Christiana Care Health System, Newark, Delaware Division of Interventional Radiology, Department of Radiology, Perelman School of Medicine, University of Pennsylvania; 2020.
8. Sandoval Y. & Bell M. R. & Gulati R. Transradial Artery Access Complications. New York: Department of Cardiovascular Diseases, Mayo Clinic; November 2019.
9. Narsinh H. K. et al. Radial artery access anatomy: considerations for neuroendovascular procedures. USA: Department of Radiology and Biomedical

Imaging, University of California San Francisco, Department of Radiology,  
University of Illinois College of Medicine at Peoria, Department of Neurological  
Surgery, University of California San Francisco; 22 September 2021.