



V Convegno Nazionale GAVePed

Rimini 15 -16 maggio 2023



Cateteri venosi per emodialisi nel bambino

Ugo Graziano

AdVANCHE



Procedure di trattamento dialitico in pediatria

La dialisi costituisce l'unica procedura in grado di sostituire la filtrazione glomerulare nel trattamento delle sindromi da insufficienza renale.

Una completa depurazione del sangue può essere ottenuta mediante diverse opzioni terapeutiche:

- Dialisi peritoneale (PD)
- Emofiltrazione (CRRT)
- Emodialisi (HD)

La scelta del trattamento viene influenzata da numerosi fattori (condizioni cliniche, tempi, compliance paziente/care-giver, risorse istituzionali)

In pediatria la DP viene di gran lunga preferita perché caratterizzata da un ottimale rapporto costi/benefici, minore incidenza di complicanze, facile arruolabilità del paziente a programmi di cure ambulatoriali e/o domiciliari, migliore compliance paziente/nucleo familiare.

Indicazioni al trattamento dialitico extracorporeo in pediatria

- ✓ insufficienza renale severa
- ✓ scompenso metabolico acuto
- ✓ sovraccarico idrico refrattario al trattamento diuretico



impossibilità o fallimento della dialisi peritoneale
(sindromi da compartimentalizzazione peritoneale, derivazioni ventricolo peritoneali, insufficienza respiratoria)

Accessi vascolari per emodialisi

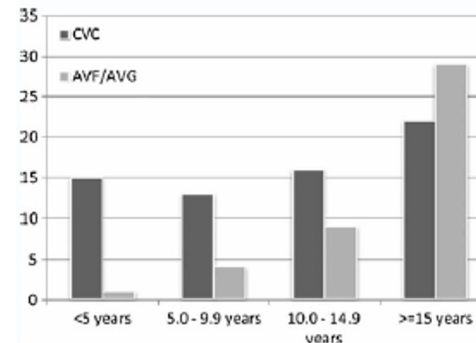
- Fistola Artero Venosa (AVF)
- Protesi Artero Venosa (AVG)
- Catetere Venoso Centrale (CICC-FICC)

Pediatr Nephrol (2012) 27:999–1004
DOI 10.1007/s00467-011-2079-3

ORIGINAL ARTICLE

Vascular access: choice and complications in European paediatric haemodialysis units

Wesley N. Hayes · Alan R. Watson · Nichola Callaghan · Elizabeth Wright · Constantinos J. Stefanidis ·
On behalf of the European Pediatric Dialysis Working Group



CVC are unavoidable in smaller children



Accessi vascolari per emodialisi

AVF / AVG

- minore % complicanze
(CRSBI - dislocazioni
malfunzionamento - TVP -
stenosi venose)
- minore morbilità
- minore mortalità

Catetere venoso centrale

- IRA (pronta disponibilità dialitica)
- IRC (bridge procedure in attesa di un trapianto renale e/o della piena efficacia dialitica di un catetere peritoneale o di una fistola A-V)
- Impossibilità alla realizzazione di fistola A-V (età < 5 anni)

KDOQI 2006 Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations Vascular Access.
Graham, J et al. Nephrol. Dial. Transplant. 2008 Nov;23(11):3585-91.

Accessi vascolari per emodialisi



L'impianto in urgenza/emergenza di un accesso vascolare centrale assicura la sopravvivenza dei pazienti rispondendo prontamente alle esigenze dialitiche.

Accessi vascolari per emodialisi



Rendez-Vous Cavale 8 gg - p.c. 2 Kg
CICC 4 Fr v. jug. int. dx + CVO 5.5 Fr

Problematica scelta del dispositivo:

- flusso adeguato al piano terapeutico
- rispetto del patrimonio vascolare

Ricerca di idoneo compromesso tra:

- dimensioni del catetere
- calibro delle vene
- ridotta taglia corporea
- compliance dei piccoli pazienti

Scelta dei materiali: Poliuretano power injectable

caratteristiche strutturali

- ✓ alta resistenza alla tensione ed ai carichi di rottura del catetere e delle connessioni
- ✓ alta resistenza alle sollecitazioni pressorie endoluminali
- ✓ ridotto spessore parietale
- ✓ ridotto grip della superficie
- ✓ comportamento visco-elastico a 37°C

vantaggi

- ✓ lunga durata e ridotta incidenza di complicanze meccaniche
- ✓ power injection compatibility
- ✓ maggior flusso a parità di ingombro vascolare
- ✓ minore attrito endoteliale e migliore gestione delle complicanze occlusive
- ✓ minore trauma da decubito endoteliale (fluttuazione nel lume vascolare)

Scelta del catetere

Catetere venoso centrale,
monolume, bilume, duplice



Performance elevata compatibile con la
richiesta dialitica

Flusso

- bambini 5-10 ml/kg/min
- adulti 300- 400ml/min

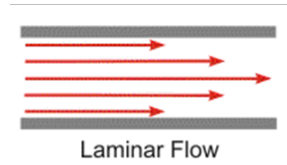
Alta stabilità ed affidabilità

Lunga durata

Bassa incidenza di complicanze

Calibro e lunghezza

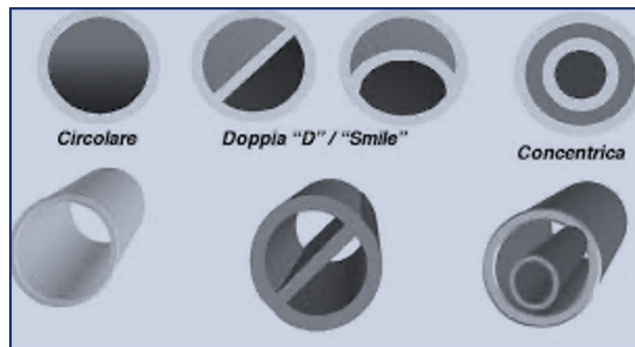
Legge di Hagen - Poiseuille

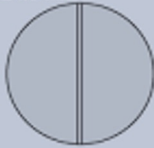


$$Q = \left[\frac{\pi r^4}{8\mu L} \right] \Delta P$$

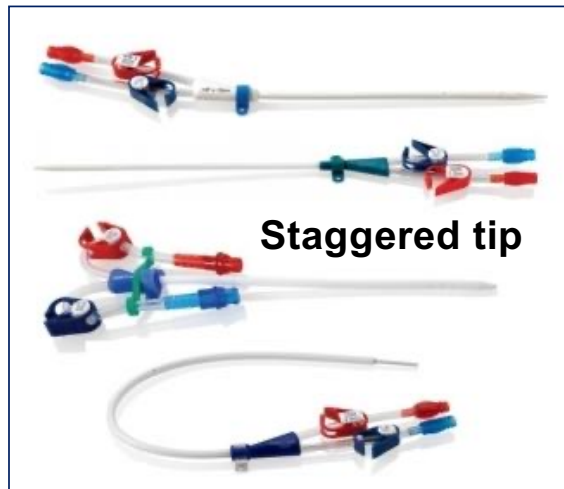
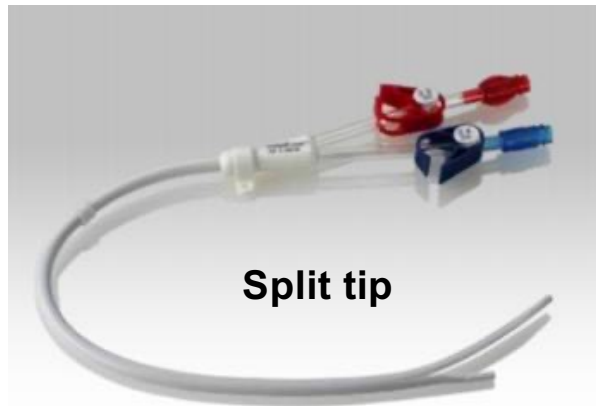
La legge di Poiseuille mette in relazione la viscosità di un fluido newtoniano in regime laminare alla conducibilità idraulica (il flusso risulta direttamente proporzionale alla sezione ed inversamente proporzionale alla lunghezza del tubo).

Geometria dei lumi

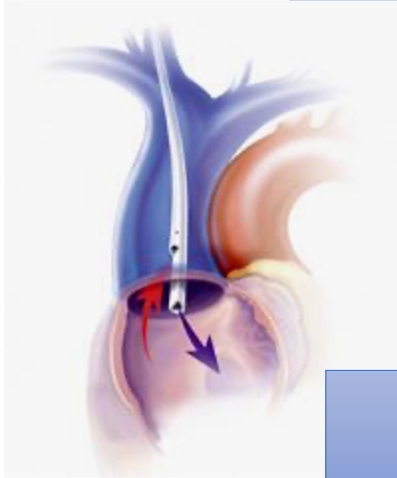


Circumference = 15 mm Inner perimeter = 24.5 mm  Vol/surface area = 0.72	Lumen circumference = 10.5 mm, outer perimeter = 22 mm Inner perimeter = 21 mm  Vol/surface area = 0.84	Circumference = 15 mm Inner perimeter = 36 mm  Vol/surface area = 0.49
--	---	--

Disegno della punta

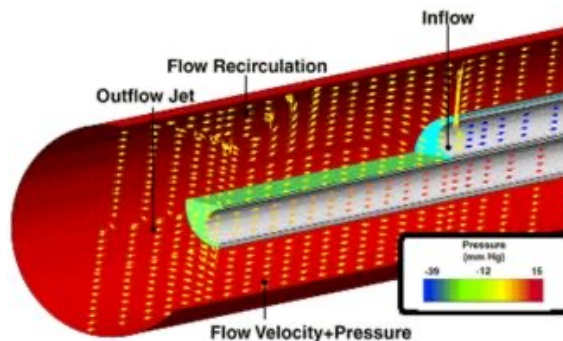


Disegno della punta



I fori di aspirazione e restituzione devono essere opportunamente distanziati per ridurre la quota di ricircolo (% sangue depurato nuovamente aspirato)

Quota di ricircolo



La quota di ricircolo varia con il variare della distanza tra i fori di aspirazione/ restituzione e determina una influenza negativa sull'efficacia dialitica

Tip's gap	Quota di ricircolo
2.0 cm	8.4 %
2.5 cm	4.4 %
3.0 cm	2.4 %

Tipologia di catetere

Cateteri cuffiati tunnellizzabili
minore % complicanze infettive e
meccaniche
periodo di utilizzo a medio/lungo termine



Cateteri non tunnellizzabili
maggiore % complicanze infettive e
meccaniche
periodo di utilizzo a breve termine
< 3 sett (CICC)
< 5 gg (FICC)



Scelta del catetere

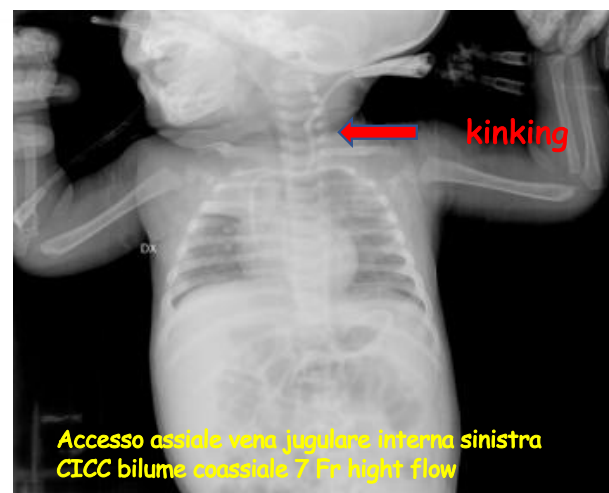
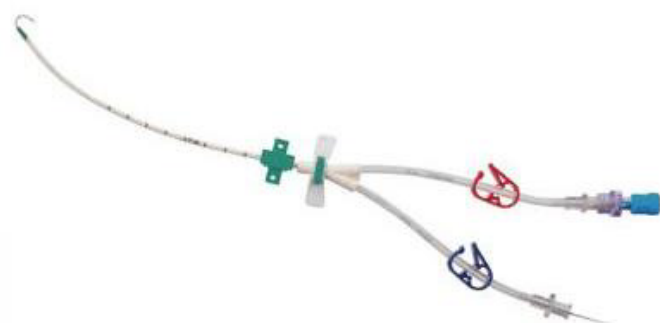
Cateteri bilume coassiali in PUR

Product Type	Catheter Lumen ø G	Flow rate (ml/min)*	Length (cm)
Duo Paed S 508	18/20	D 27; P 25	8
Duo Paed S 513	18/20	D 22; P 13	13
Duo Paed S 520	18/20	D 18; P 09	20
Duo HF V 715	14/18	D 105; P 42	15
Duo HF S 720	14/18	D 100; P 27	20
Duo HF V 720	14/18	D 100; P 27	20
Duo HF V 920	13/13	D 95; P 120	20
*D (distal); P (proximal)			

Punti critici:

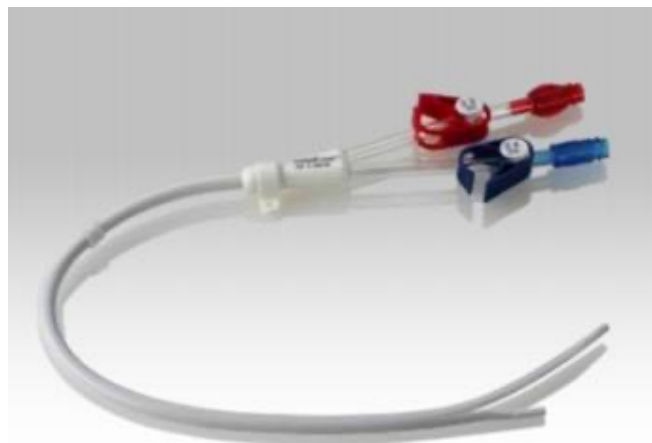
- Sovradimensionamento rispetto alla grandezza delle vene
- J guide-wire rigida e traumatica per la parete venosa
- Alta incidenza di complicanze (kinking, malfunzionamento a bassa portata, dislocazioni e CRSBI)

Bbraun Certofix Duo HF 7 Fr 15 cm



Scelta del catetere

medCOMP Split Cath XL 10 Fr x 24 cm	100 ml/min	200 ml/min	250 ml/min
lume venoso	60 mm Hg	140 mm Hg	190 mm Hg
lume arterioso	-50 mm Hg	-130 mm Hg	-190 mm Hg



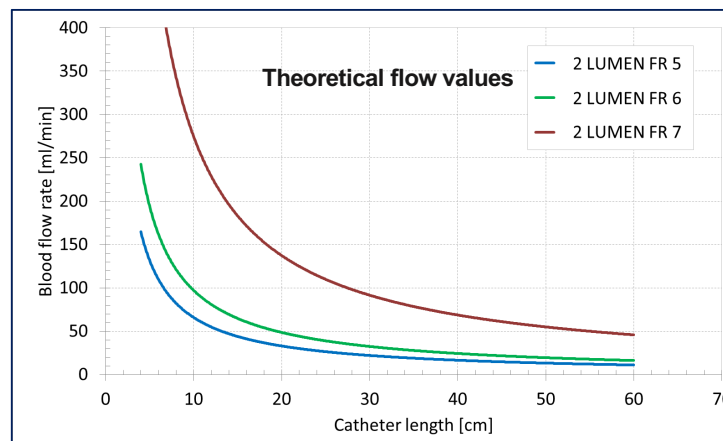
Scelta del catetere

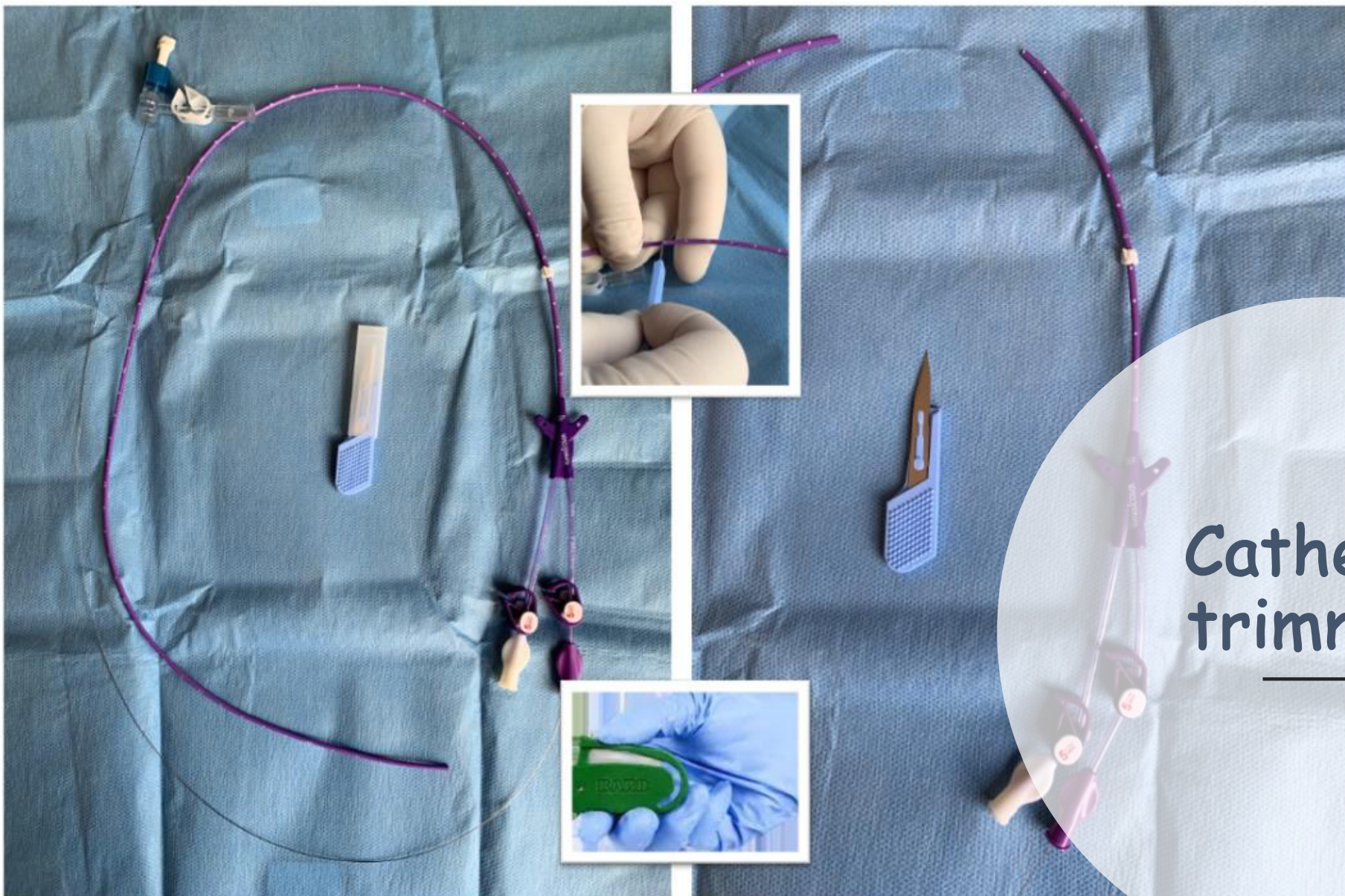
Product type	Catheter Double Lumen ø Fr	Length (cm)	Max flow power injection (ml/sec)	Max pressure
MedCOMP Pro PICC	5	60	5	300 psi
MedCOMP Pro Line	6	60	5	300 psi
MedCOMP Pro Line	7	60	5	300 psi

Trimming catetere power injectable bilume



Hagen – Poiseuille Law



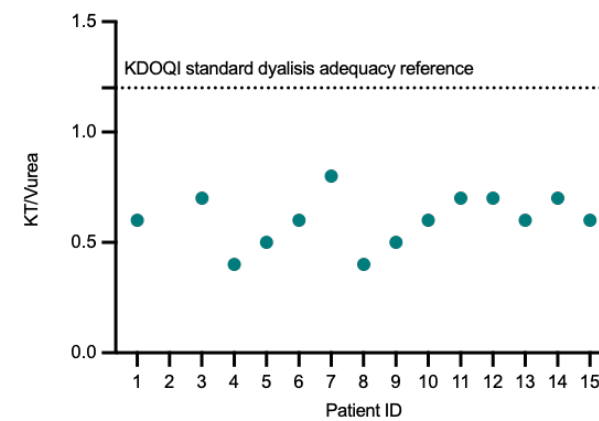
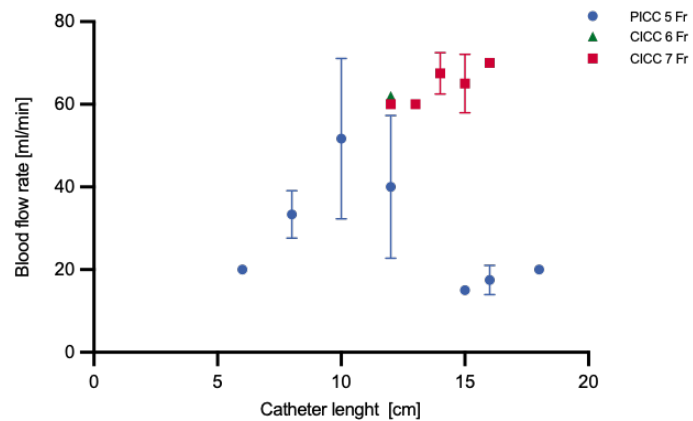


Catheter
trimming

* Blood volumetric flow rate was recorded by haemodialysis system machine. ** Untunneled catheters.

Pediatric Patient Info			Catheter Implantation Info					
Age (days)	Body weight (kg)	Disease	Use life (days)	Type Length (cm)	Theoretical blood volumetric flow rate (ml/min)	Experimental blood volumetric flow rate (ml/min)	Vein	Complication
183	8.0	AKI	10	PICC 5 Fr 12 cm	60	60**	Wright (W)IJ	No
548	15.0	HUS	10	PICC 5 Fr 10 cm	65	80**	WIJ	No
548	10.0	HUS	7	PICC 5 Fr 8 cm	80	40	WBC	No
40	5.0	AKI	6	PICC 5 Fr 15 cm	40	15	WIJ	low flow
91	6.0	AKI	20	PICC 5 Fr 15 cm	40	40	WBC	No
1	3.0	CKD	20	PICC 5 Fr 10 cm	65	40	WBC	No
30	4.0	CKD	10	PICC 5 Fr 10 cm	65	30	WBC	No
15	3.0	HA	7	PICC 5 Fr 10 cm	65	50	WBC	No
1	4.0	AKI	15	PICC 5 Fr 10 cm	65	70	WBC	No
5	3.0	AKI	15	PICC 5 Fr 12 cm	60	30	WBC	No
7	2.0	AKI	10	PICC 5 Fr 6 cm	100	20	WBC	low flow
5	2.5	AKI	7	PICC 5 Fr 12 cm	60	30	WBC	No
3	3.0	AKI	30	PICC 5 Fr 8 cm	80	30	WBC	No
2	2.7	HA	7	PICC 5 Fr 8 cm	80	30	WBC	No
4	2.7	AKI	7	PICC 5 FR 16 cm	90	15	WIJ	low flow
3	1.6	HA	2	PICC 5 Fr 18 cm	30	20	WBC	No
1096	12.0	AKI	10	CICC 6 Fr 12 cm	80	60	WBC	No
730	12.0	AKI	8	CICC 7 Fr 15 cm	180	70	WBC	No
548	11.0	HUS	7	CICC 7 Fr 14 cm	190	60	WIJ	No
548	10.0	HUS	7	CICC 7 Fr 14 cm	190	70	WIJ	No
1096	13.0	HUS	8	CICC 7 Fr 12 cm	210	60	WIJ	No
730	15.0	HUS	15	CICC 7 Fr 13 cm	200	60	WBC	No
730	15.0	HUS	20	CICC 7 Fr 15cm	180	60	WBCV	No
365	8.0	HUS	15	CICC 7 Fr 15 cm	180	70	WIJ	No
730	12.0	HUS	10	CICC 7 Fr 14 cm	190	70	WIJ	No
487	11.0	HUS	7	CICC 7 Fr 14 cm	190	60	WBCV	No
487	15.0	HUS	15	CICC 7 Fr 14 cm	190	70	WBCV	No

Valori rilevati di flusso e di adeguatezza dialitica



Scelta del catetere

Trattamento emodialitico
medio/lungo termine



**medCOMP Split Cath XL
10 Fr x 24 cm**



medCOMP Tesio twin catheter 6.5/10 Fr

Trattamento emodialitico breve
termine



medCOMP Pro PICC 5Fr DL



Gambro Gam Cath 6.5 Fr x 12.5 cm

Stabilizzazione del catetere

CICC non tunnellizzato
vena giugulare interna destra



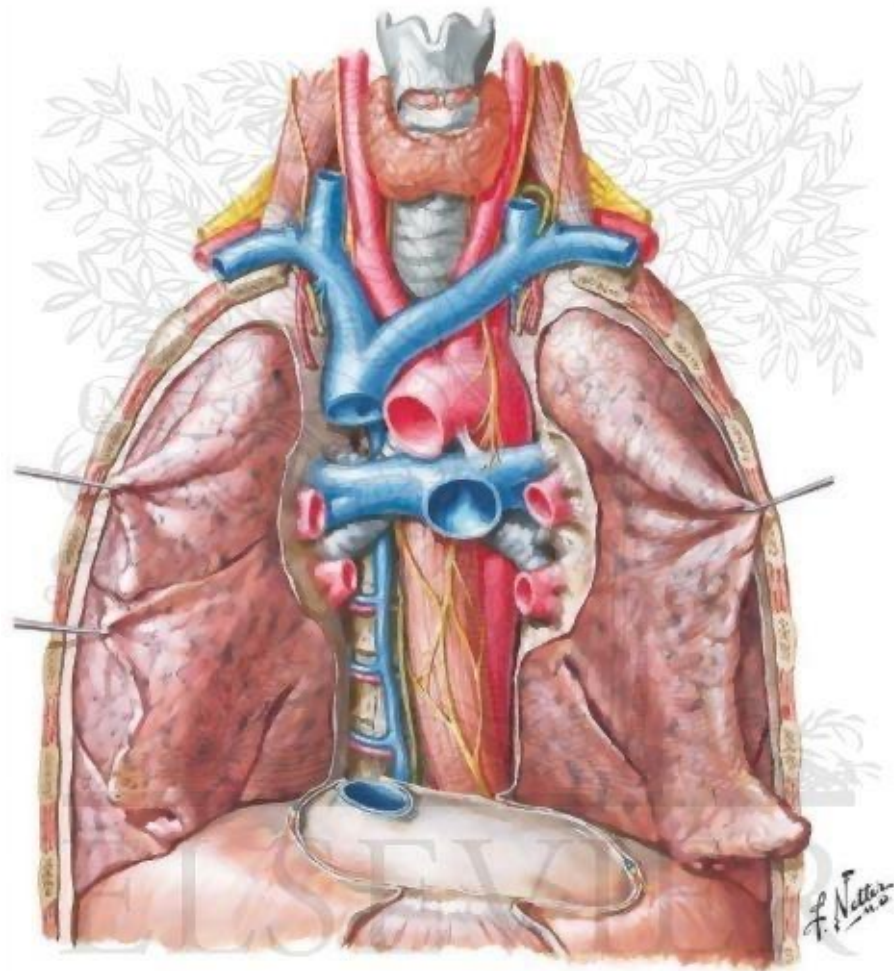
CICC tunnellizzato
vena anonima sinistra



Distretto cavale superiore

maggior flusso
ematico

maggior distanza
dalle aree corporee
contaminate



Accesso venoso centrale per emodialisi algoritmo di scelta

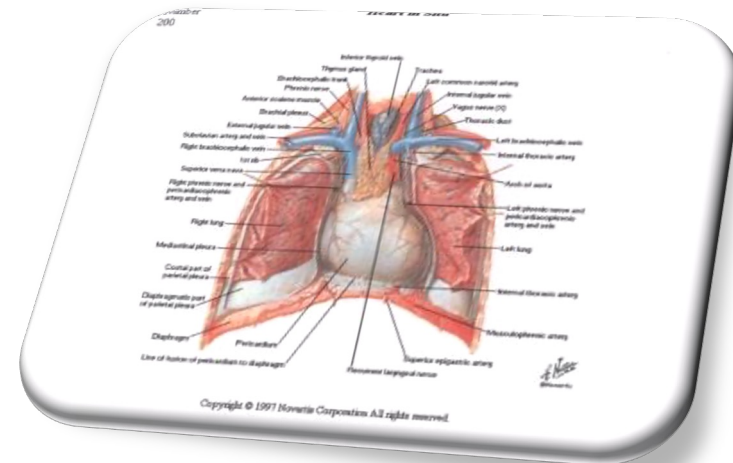
1ª scelta

tronco anonimo - vena giugulare interna

(maggior calibro)

preferibilmente a destra:

- ❖ decorso rettilineo in continuità assiale con la vena cava superiore
- ❖ cupola pleurica più bassa
- ❖ non interferenza del dotto toracico
- ❖ maggiore trombogenicità degli impianti effettuati a sinistra



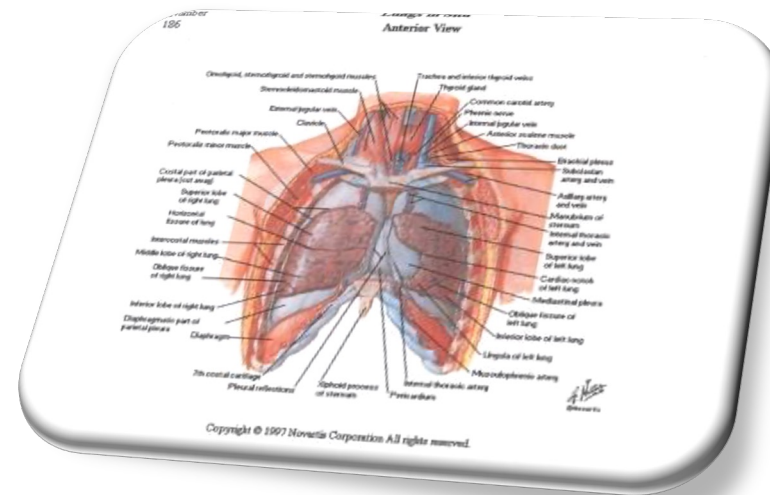
Accesso venoso centrale per emodialisi algoritmo di scelta

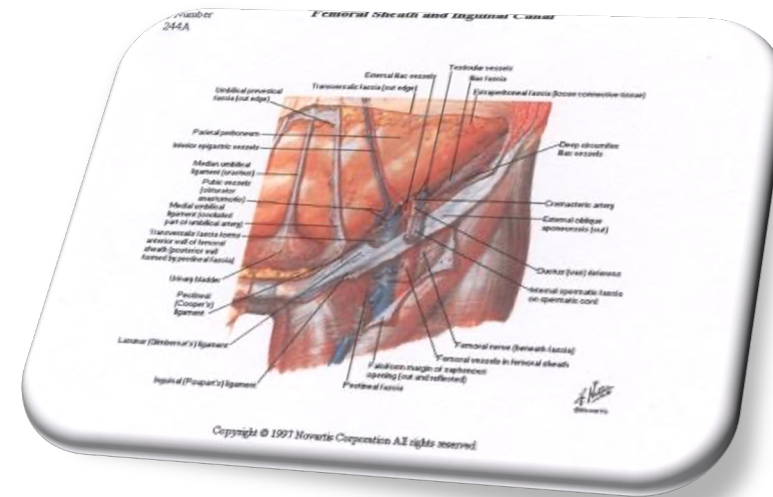
2^a scelta

vena succlavia/ascellare
(minor calibro)

❖ maggiore incidenza di
complicanze primarie
(pnx)

❖ maggiore incidenza di
complicanze secondarie
(pinch-off)







Tecnica d'impianto

Accesso percutaneo ecoguidato alla vena anonima destra per via coronale



Accesso percutaneo ecoguidato alla vena
anonima destra per via coronale

Tecnica d'impianto

Tip navigation & Tip location

Intra-cavitary Electro-Cardio-Graphy

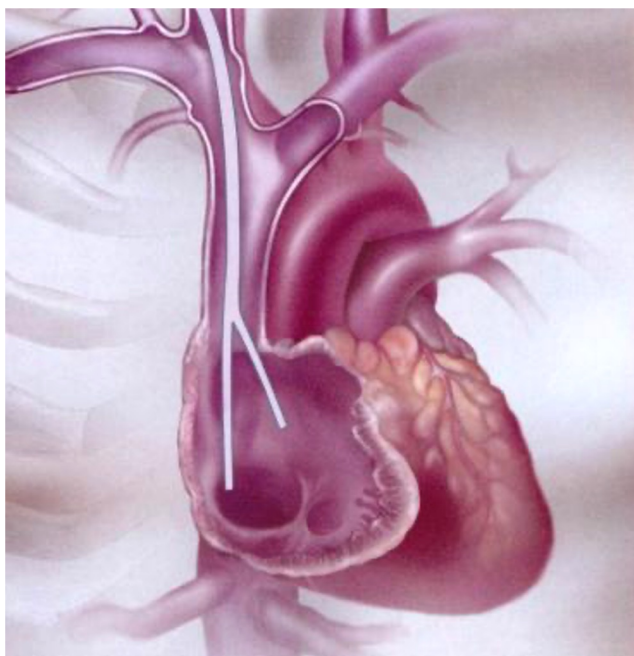


CEUS trans-thoracic U.S.- Bubble-test



Posizione della punta

In long-term hemodialysis, CVC should have their tips within the right atrium



In short-term hemodialysis, CVC should have their tips in the superior vena cava



KDOQI 2006 Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations, Vascular Access, 2006.
Adapted from Vaccharajani TJ. Atlas of Dialysis Vascular Access 2010.

Stabilizzazione dell'impianto



Medicazione

- ✓ Chloraprep
- ✓ SecurAcath (WingGuard)
- ✓ Colla istoacrilica
- ✓ Bio-patch
- ✓ Sorba view schield
- ✓ Bioconnettori a pressione neutra
- ✓ Port protector



Cura dell'hub

Flushing

NaCl 0.9%

20 ml (push & pause)

10 ml (p.c. < 10 Kg)

Lock

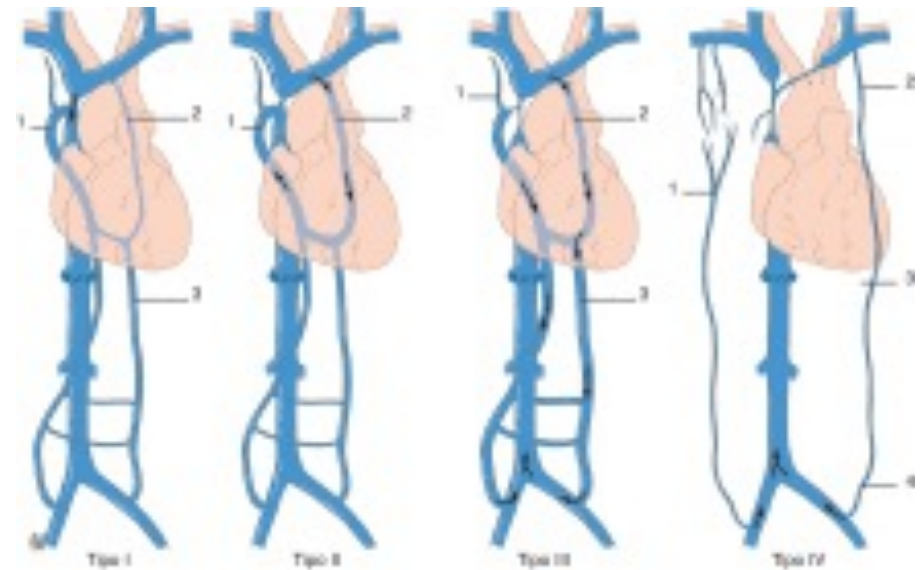
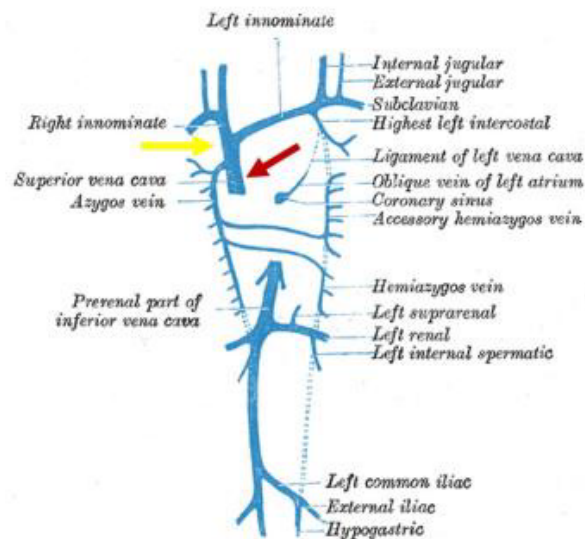
TauroLock Hep500

Priming volume + 20%

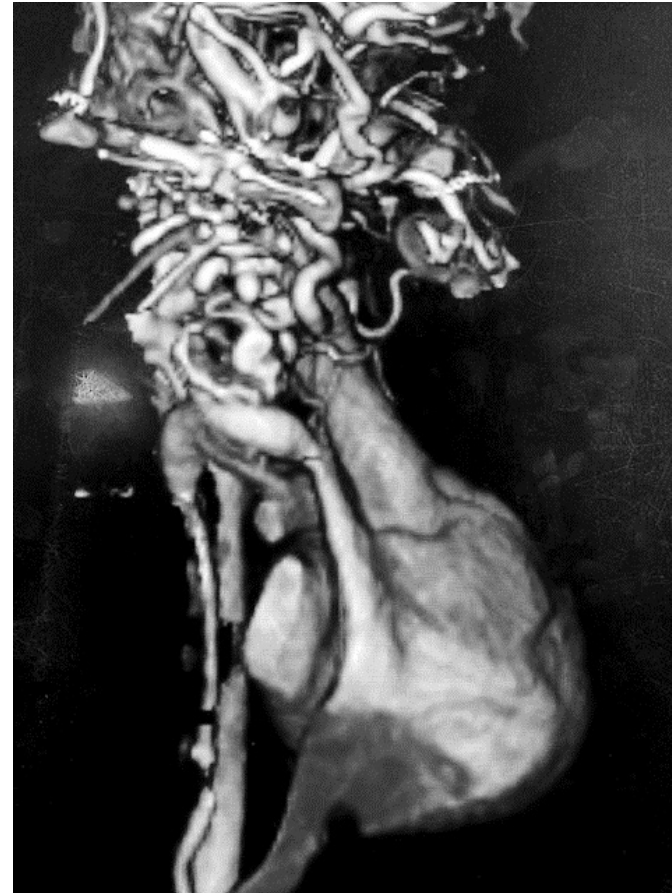
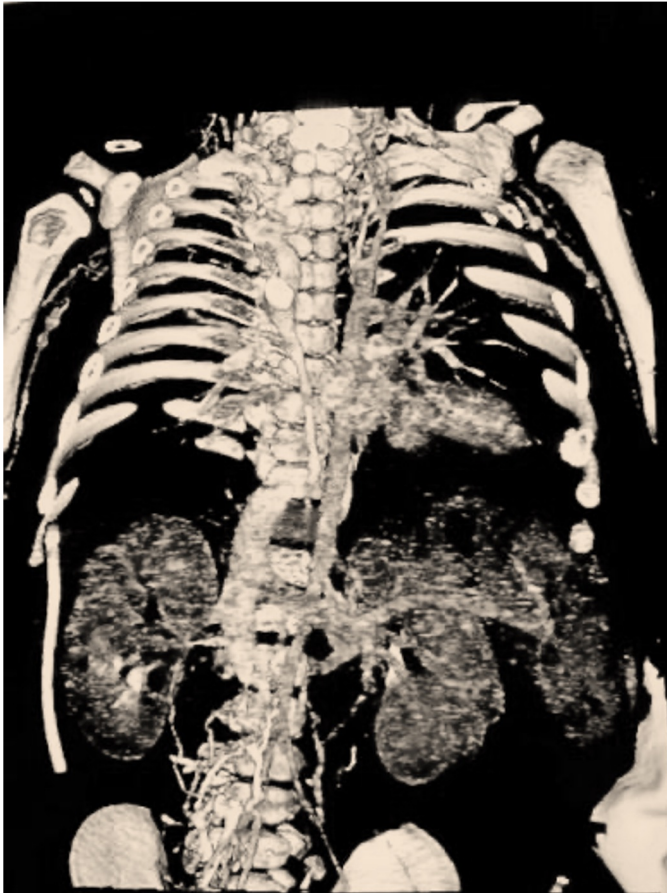


Trombosi cavale superiore

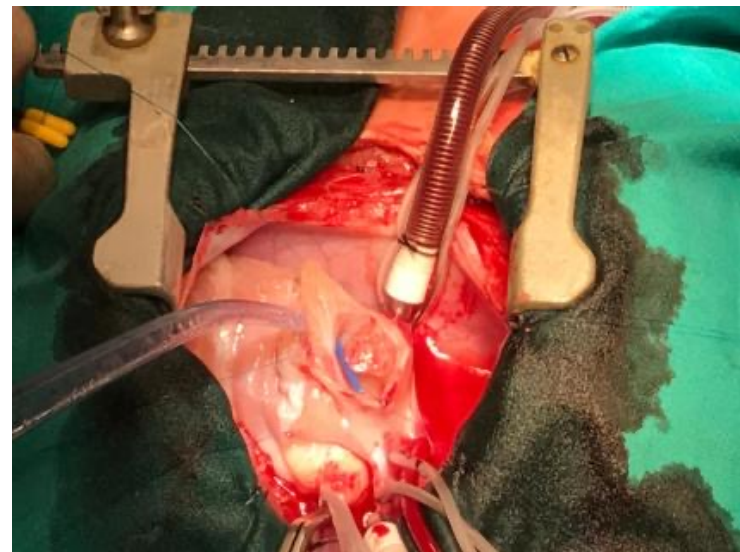
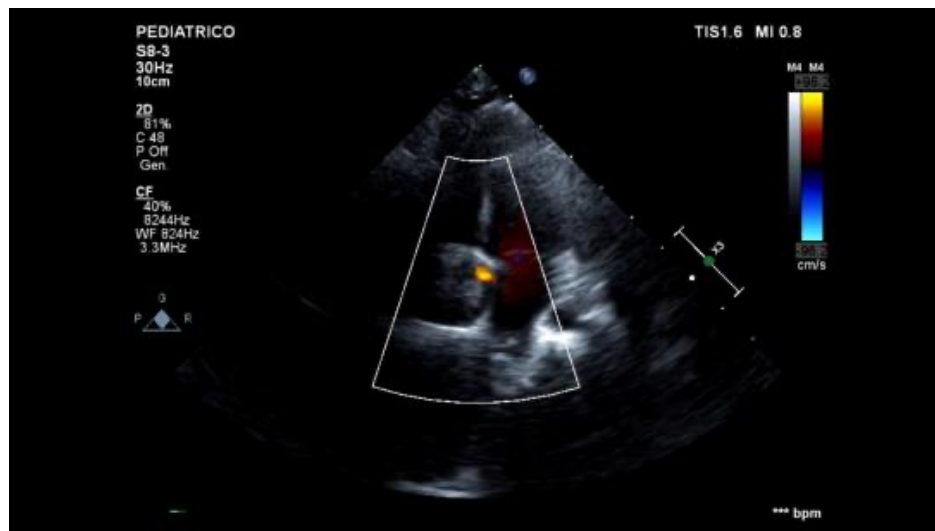
Circolo collaterale sovradiaframmatico verso il seno coronario o verso la v. cava inferiore via vv. azigos, intercostali supreme, sistema delle emiazigos. Circolo collaterale sottodiaframmatico verso la v. cava inferiore via vv. iliache interne ed esterne.



Trombosi cavale



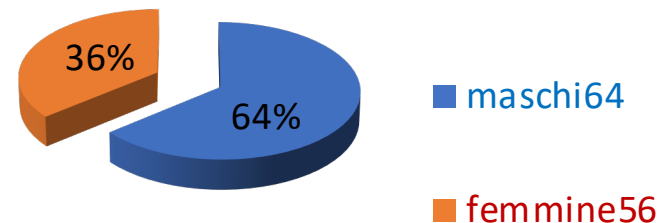
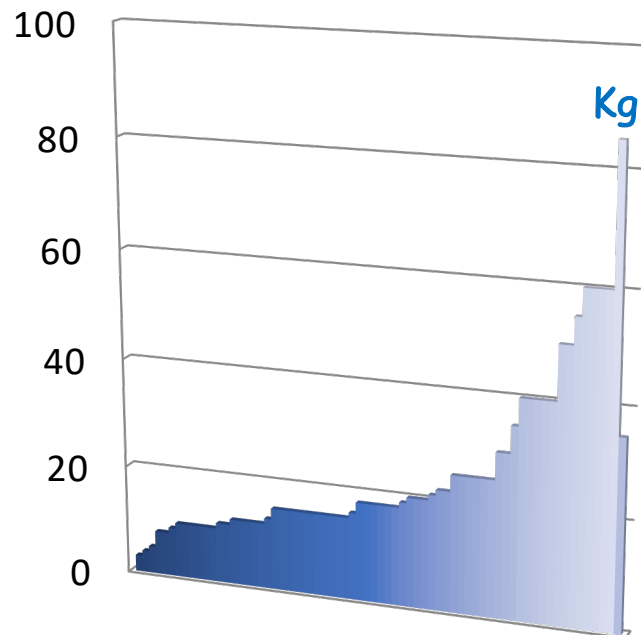
Trombo in atrio destro



Cateteri venosi centrali per emodialisi periodo di osservazione 2010/2019

n° totale 122 bambini
età da 1 giorno a 17 anni

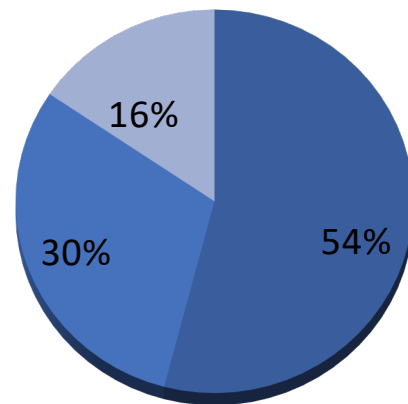
Peso corporeo



90 trattamenti dialitici a breve termine - 32 trattamenti dialitici a medio/lungo termine

Cateteri venosi centrali per emodialisi periodo di osservazione 2010/2019

n° 137 cateteri venosi centrali



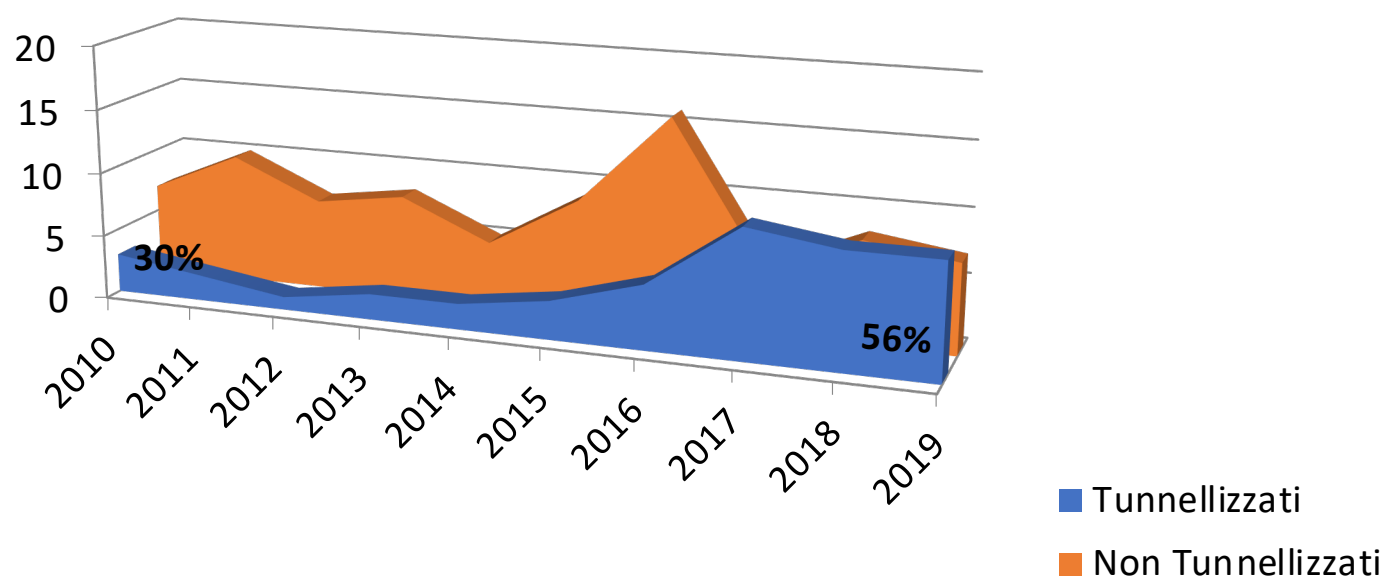
■ vena
giugulare
interna
■ vena
anonima
■ vena
femorale

tipo di catetere



■ tunnellizzati
■ non
tunnellizzati

137 cateteri venosi centrali per emodialisi periodo di osservazione 2010/2019



Cateteri non tunnellizzati	n°	flusso medio
Bbraun Certofix DL 5 Fr 10 cm	8	40 ml/min
Gambro GamCath 6 Fr 7,5cm	7	113 ml/min
Bbraun Certofix DL HF 7 Fr 15 cm	14	55 ml/min
Gambro GamCath 8 Fr 12.5cm	25	145 ml/min
Bbraun Certofix DL HF 9 Fr 15 cm	15	84 ml/min
Gambro GamCath 11 Fr 20 cm	17	208 ml/min

Cateteri tunnellizzati	n°	flusso medio
MedCOMP Pro PICC DL 5 Fr	14	42 ml/min
MedCOMP ProLine DL 6 Fr	2	50 ml/min
MedCOMP ProLine DL 7 Fr	13	68 ml/min
MedCOMP HemoCath DL 8 Fr 18 cm	4	75 ml/min
MedCOMP SplitCath DL 10 Fr 24 cm	2	190 ml/min
MedCOMP Twin Cath Tesio 6.5 Fr	7	125 ml/min
MedCOMP Twin Cath Tesio 10 Fr	2	220 ml/min

Complicanze

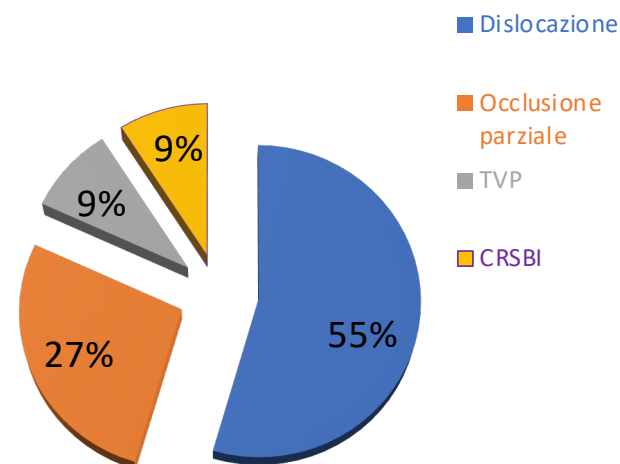
Complicanze secondarie

Totale 3.5 ‰ gg. cat.

Cateteri tunnellizzati
1.3 ‰ gg. cat.

Cateteri non tunnellizzati
11.8 ‰ gg. cat.

(FICC 30.1 ‰ gg. cat.)



CICC per emodialisi pediatrica

Bbraun Certofix HF DL 9 Fr
vena anonima destra.



medComp Tesio Twin Catheter 10 Fr.
vena giugulare interna destra



CICC per emodialisi neonatale

Flusso = 30 ml/min

KT/V = 0,7

Pro-PICC DL 5 Fr x 13 cm

vena anonima sinistra (p.c. Kg 1.8)



Risultati

L'impianto di CICC per emodialisi nelle grandi vene del distretto cervico-toracico, preferibilmente a destra, è correlato ad una effettiva riduzione delle complicanze secondarie

I cateteri tunnellizzati in regione sub-claveare assicurano alta stabilità ed affidabilità durante tutto il trattamento dialitico e bassa incidenza di complicanze (1.3 ‰ gg. cat.)

I cateteri non tunnellizzati sono correlati ad un'alta percentuale di complicanze (11.8 ‰ gg.cat.), specie se impiantati in vena femorale (30.1 ‰ gg. cat.)

L'impianto in vena anonima destra risulta indubbiamente il più stabile e sicuro

CICC e PICC utilizzati off label

- Flusso ridotto ed alta quota di ricircolo, con valori di adeguatezza dialitica (KT/V) ampiamente soddisfacenti per trattamenti emodialitici a breve termine, **assolutamente inadeguati per trattamenti emodialitici a medio/lungo termine**
- Compatibilità con procedure mininvasive, tunnellizzazione,
- stabilizzazione mediante ancoraggio sottocutaneo, trimming del catetere
- Sicurezza, stabilità ed affidabilità durante tutto il trattamento emodialitico
- Significativa riduzione dell'incidenza di complicanze primarie e secondarie
- Miglioramento della compliance in relazione alle particolari esigenze fisiologiche e relazionali dei piccoli pazienti

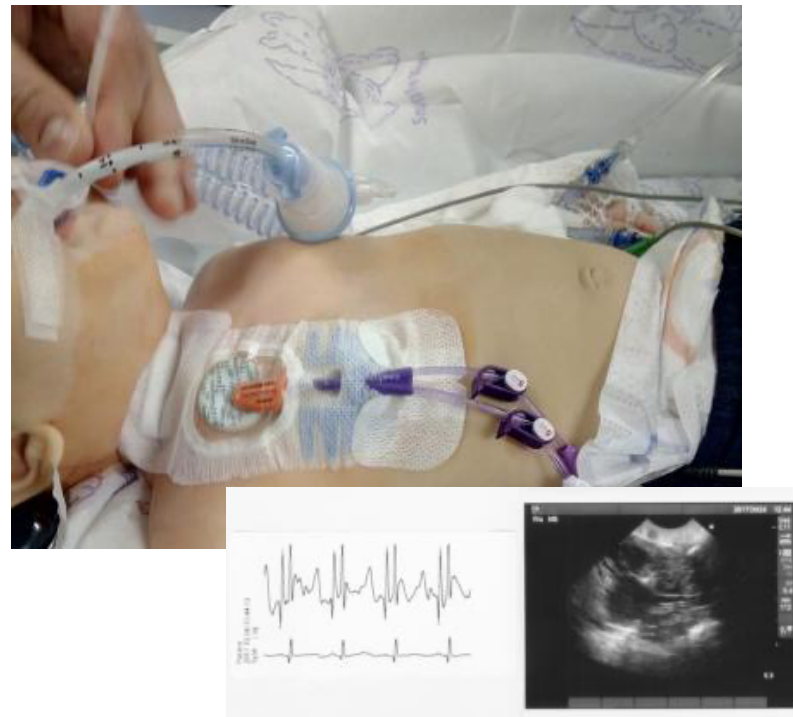


MedComp Tesio Twin Catheter 6.5 Fr.
v. jugulare interna destra (2006)



Work in progress

MedCOMP ProLine 6 Fr 13 cm
v. anonima destra (2017)



Precauzioni generali da adottare fortemente nella cura di nefropatie pediatriche

Evitare sistematicamente impianto di PICC

(possibile insorgenza di complicanze trombo-stenotiche responsabili di impedire o rendere in futuro estremamente difficoltosa la realizzazione di AVF o AVG)

Evitare possibilmente impianto di FICC

(possibile insorgenza di complicanze trombo-stenotiche responsabili di impedire l'arruolamento a procedure di trapianto renale)

Take home message

L'impianto di cateteri per emodialisi di dimensioni compatibili con la grandezza delle vene riceventi rappresenta la base di un corretto approccio al patrimonio vascolare del bambino, e costituisce una misura di prevenzione primaria da adottare sistematicamente per ridurre l'incidenza di complicanze vascolari che possano risultare invalidanti nella vita futura.

Questa raccomandazione è da osservare con maggiore integralismo nel corso delle procedure relative a neonati e lattanti generalmente correlate ad un rischio più elevato di lesioni vascolari.

Ugo Graziano



Malopasso
Valle del Torano
Parco Regionale del Matese