

第67回 日本透析医学会学術集会・総会  
2022年7月3日(日) 11:00~12:00  
パシフィコ横浜 アネックスホール F201+F202

よくわかるシリーズ23:一般・シャント 1  
シャント管理の基本  
再循環

医療法人 心信会  
池田バスキュラーアクセス・透析・内科  
池田 潔



医療法人 心信会

池田バスキュラーアクセス・透析・内科

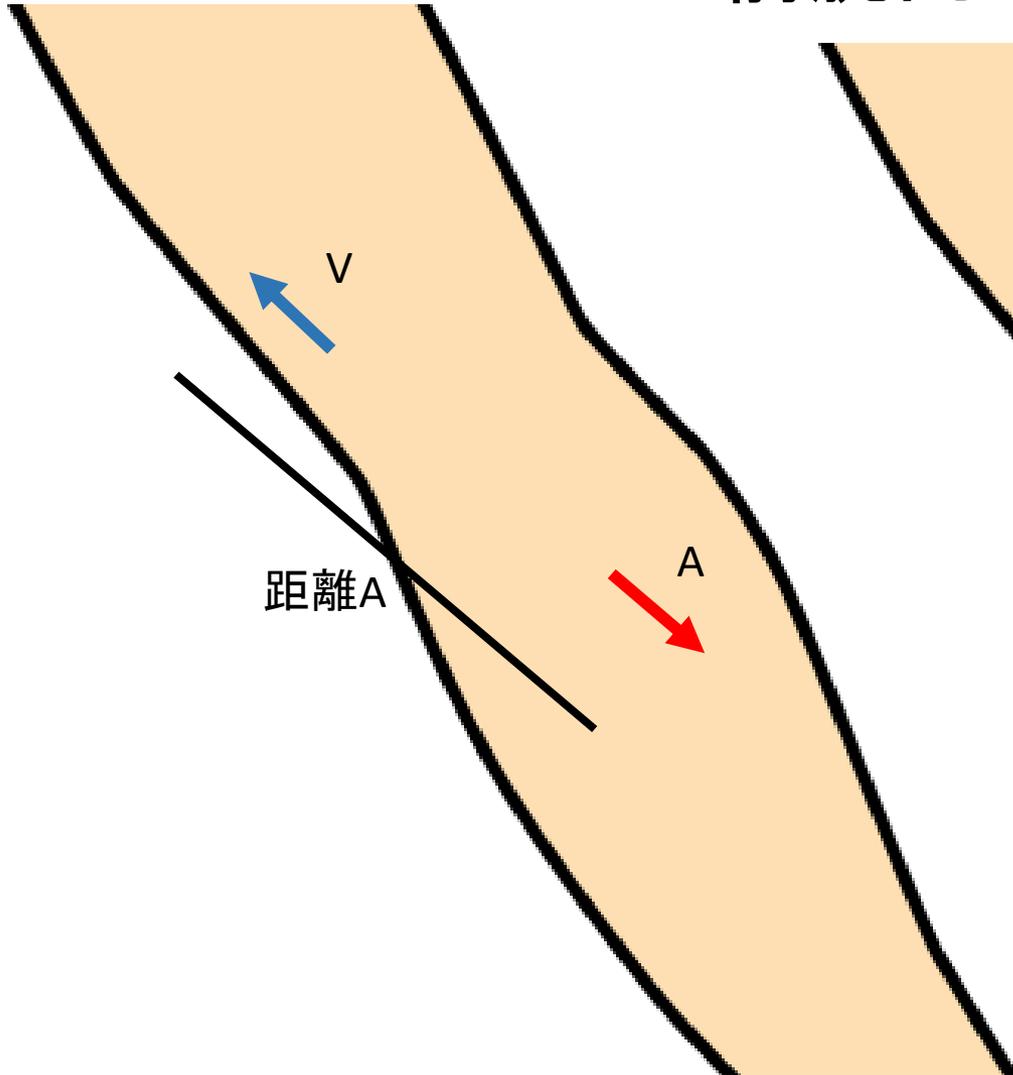
Access/Nephrology/Dialysis

第67回 日本透析医学会学術集会・総会  
COI 開示

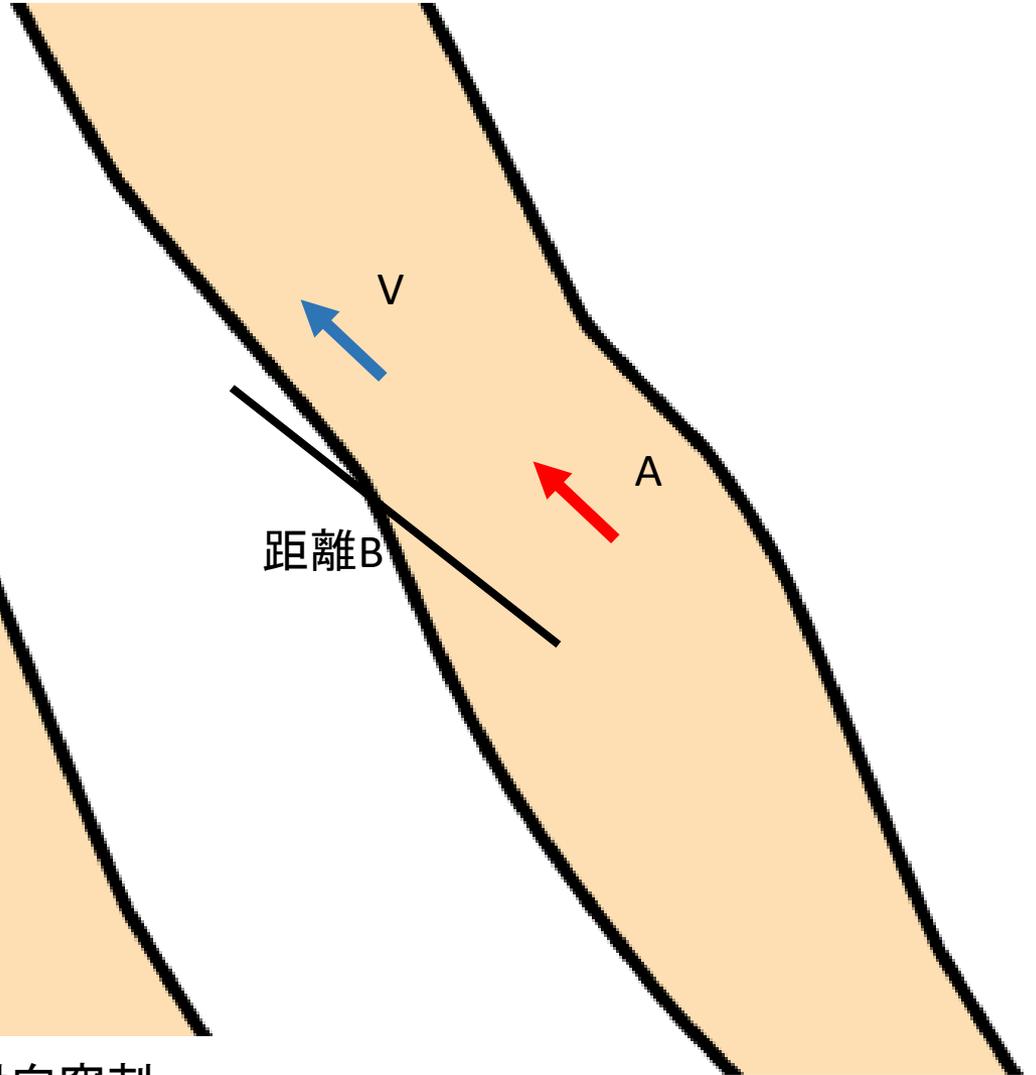
筆頭発表者名:池田 潔

演題発表に関連し、開示すべきCOI 関係にある  
企業などはありません。

# 左前腕内AVF



対向穿刺



同一方向穿刺



医療法人 心信会

池田バスキュラーアクセス・透析・内科

Access/Nephrology/Dialysis

# 血液浄化療法 ハンドブック

2021 | 透析療法合同専門委員会 企画・編集

協同医学出版社

## 血液再循環の主な原因と対策

原因	対策
①脱血側・返血側留置針の相対的位置不良, 血液回路の逆接続(人為的ミス)	①血液回路接続時の介助者, 穿刺者の2名によるダブルチェック
②血管走行や狭窄に対する穿刺部位の判断ミス	②狭窄部の修復, バスキュラーアクセス機能改善(VAIVT)
③返血側静脈血管中枢部に狭窄・閉塞	③透析開始時における生食希釈血液の動脈側回路への混入確認(逆流現象)
④バスキュラーアクセス部の血流不足	④再循環率の測定※

※再循環率 recirculation rate :

$$\text{① } RC (\%) = [(P - A) / (P - V)] \times 100$$

[P: 比バスキュラーアクセス肢のBUN値(mg/dL), A: 脱血側回路BUN値(mg/dL), V: 返血側回路BUN値(mg/dL)]

② BV計による測定、他

血液透析 施行時の

# トラブル・ マニュアル

改訂第2版

企画 臨牀透析編集委員会

編集 大平整爾・伊丹儀友

症状別・トラブル別にみた対応策

 日本メディカルセンター

## 〈血液再循環を疑う臨床所見〉

- ・静脈圧の上昇
- ・血液回路内の異常な濃縮
- ・血液回路接続直後の動脈側血液の希釈
- ・透析条件に見合わない除去率の低下
- ・尿素窒素・クレアチニンの上昇傾向

### 手技の確認

- ・動脈側回路と静脈側回路を逆に接続していないか？
- ・動・静脈穿刺部位は適正か？

No



手技の改善

Yes

**バスキュラーアクセスの明らかな狭窄および閉塞があるか？**

Yes



形態評価へ

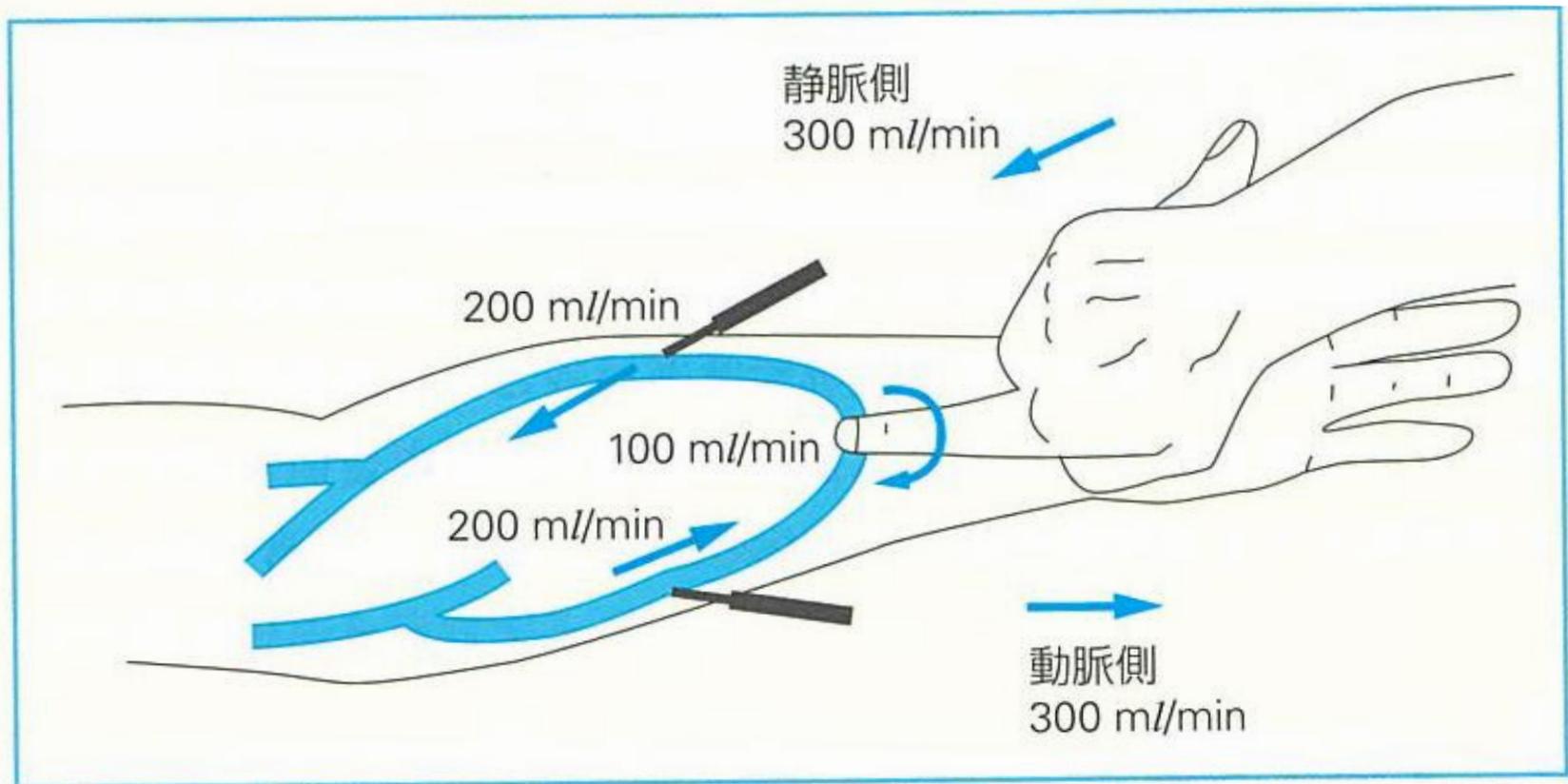
No

### 血液再循環率の測定

2回以上の再循環率の測定で、**尿素希釈法を用いた場合は15%以上**、**尿素法以外の希釈法を用いた場合は5%以上**であるか？

Yes

**エコー・(血液造影・CT)などによるバスキュラーアクセスの形態評価**



**図 1** 再循環があった場合のグラフトバスキュラーアクセスの閉塞試験の方法

血流量を 300 ml/min にした場合に静脈側から 100 ml/min の再循環があれば、グラフトを用手的に閉塞すると静脈側への還流が急激に 300 ml/min へ増加するため、静脈圧の上昇が観察される。

### (3) VA機能のサーベイランス・モニタリング

GL-5: AVF・AVGのサーベイランスとしては再循環率の測定が可能である(2-C)

GL-5: 再循環率は参考として可能であれば測定する。

再循環率の測定は尿素法によらない希釈法または下記に示す尿素希釈法により測定する(表3)。3点法の尿素希釈法は使用してはならない。2回以上の再循環率の測定で、尿素希釈法を用いた場合は5%以上であればその原因を検索する必要がある。

K-DOQI ガイドラインでは自己静脈を使用したVA機能の評価には有用性が劣るとしているが、CSNガイドラインでは上記のようなガイドラインを推奨している。しかし、再循環率は検出感度がよくなく、わが国においては報告が多くないため、VA機能モニタリングの参考として使用することが望ましい。

## 表3 尿素希釈法による再循環率の測定法

---

血液透析開始後30分に限外濾過を停止して測定する。

- a. 動脈側(A)と静脈側(V)からサンプルを測定する。
- b. 採血後すぐに血流量を120ml/minに低下させる。
- c. 血流を下げた後10秒後に血流ポンプを停止する。
- d. 動脈側のサンプルポートの下流をクランプする。
- e. 動脈側サンプルポートより採血する(S)
- f. クランプをはずし、血液透析を再開する。
- g. A, V, Sの尿素窒素濃度を測定し、再循環率(R)を計算する。

$$R = (S - A) / (S - V) * 100$$

---

祖地香織、新納誠司、中村雅将、水口潤、川島周  
「シャント流量と再循環率の関連」  
透析会誌41(4):247, 2008

(穿刺距離を5cm以内に設定しHDO2にて測定)

表 穿刺方向別シャント流量および再循環率

	シャント流量	穿刺針先端距離	再循環率
対向穿刺	1,044 ± 323 mL/min	43.2 ± 4.2 mm	0 %
同一方向穿刺	1,254 ± 312 mL/min	29.5 ± 2.6 mm	0 %

祖地香織、新納誠司、中村雅将、水口潤、川島周「シャント流量と再循環率の関連」 透析会誌41(4):247, 2008

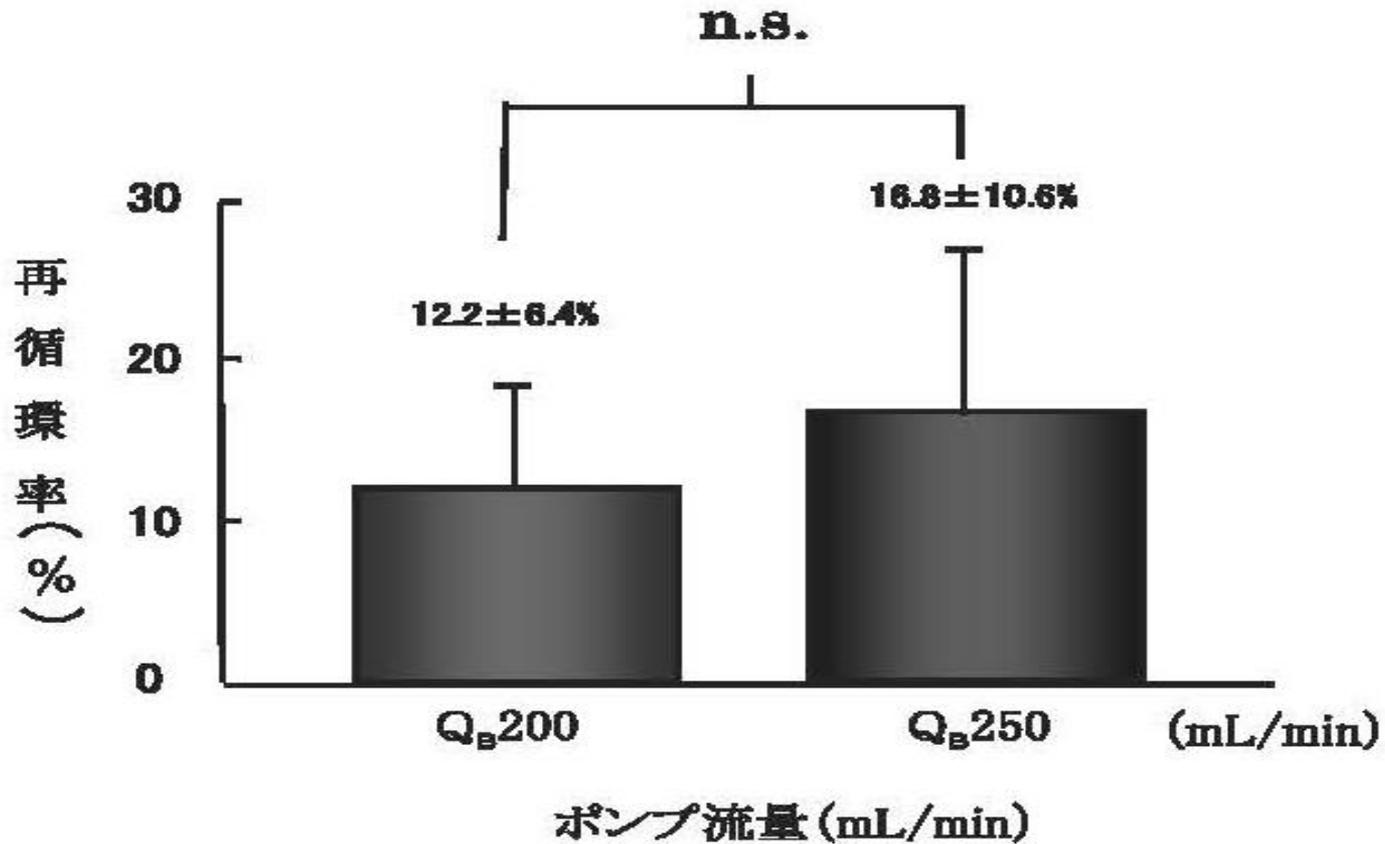


図 2 Q<sub>B</sub>別再循環率の比較

シャント流量300ml/min未満では、Q<sub>b</sub>による再循環率に有意差なし

# シャント流量300ml/min未満では、FVと再循環率に負の相関

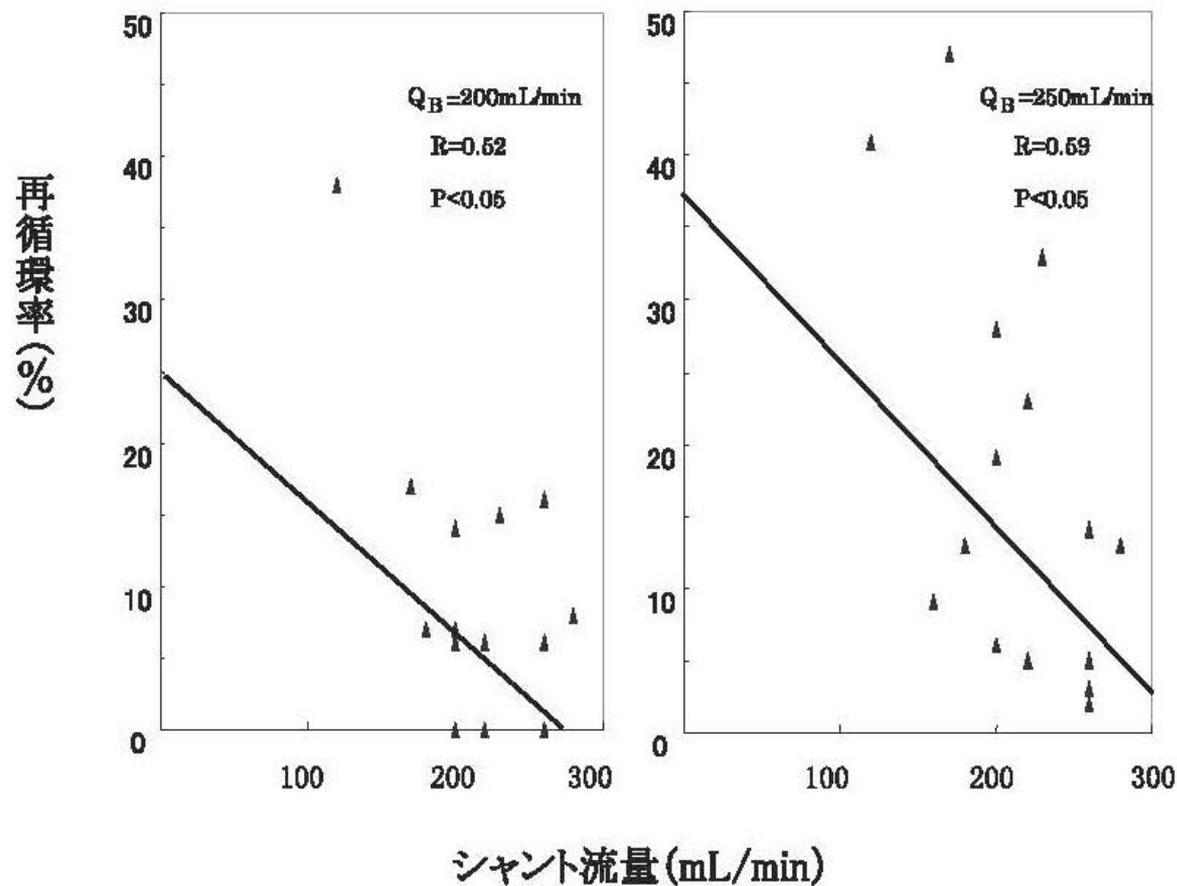


図 3 シャント流量と再循環率

# 当院におけるBV計による再循環率の測定 (2022年2月)

	FV(血流量) (ml/min)	穿刺距離 (cm)	透析血流量 (ml/min)
対向穿刺(N:46)	1017	13.9	200-300
同一方向穿刺(N:22)	858	14.2	180-300

全症例で、10分、30分、1時間、3時間、4.5時間の5ポイントで測定した。



# 検査結果の一部

BV計の再循環率

FV (ml)	PI	RI	最終VAIVT	穿刺距離	順/逆 (V/A)	血流	G数(A/V)	10 min	30 min	1 h	3 h	4.5 h
850	0.64	0.4	R2.9.4	5	同一	200	16/16	0	0	0	5	2
1500	0.43	0.35		5	同一	200	17/17	0	4	0		
900	0.75	0.5	R4.4.21	7	同一	250	16/16	2	2	2	1	2
1270	0.52	0.37		8	同一	200	16/16	4	0	3	5	
1700	0.48	0.35		8	同一	210	16/16	3	0	1	5	0
580	2.05	0.7	R.2.25	9	同一	250	15/15	0	3	0	0	
600	1.4	0.67	R3.8.5	9	同一	250	16/16	0	4	0	0	
680	0.83	0.54		9	同一	210	16/16	3	4	3	5	
700	0.65	0.46	R2.10.23	9	同一	250	15/15	0	0	0	0	
1000	0.7	0.5	R.2.22	9	同一	220	16/16	3	3	2	4	0
970	0.85	0.57	R2.9.30	4	対向	200	16/16	5	1	2	1	0
410	1.38	0.69	R3.7.27	6	対向	230	16/16	0	2	0	0	0
470	1.1	0.65		8	対向	250	16/16	0	0	0	1	0
800	0.84	0.49		9	対向	300	15/15	0	0	0	0	0
1100	0.5	0.38	R3.12.29	9	対向	180	17/17	1	1	1	1	
2100	0.52	0.3	H24.6.1	9	対向	200	16/16	1	0	3	1	5

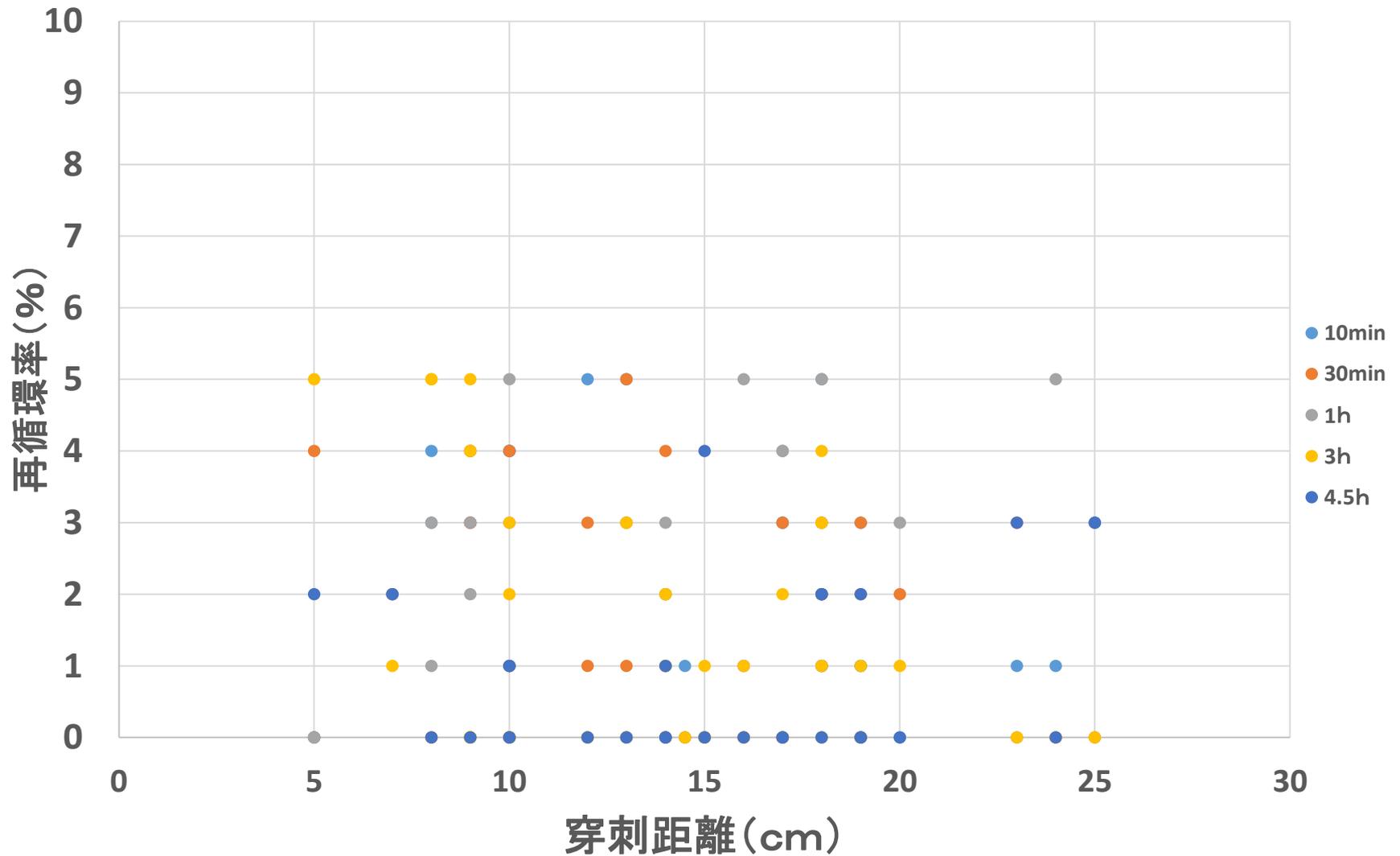


医療法人 心信会

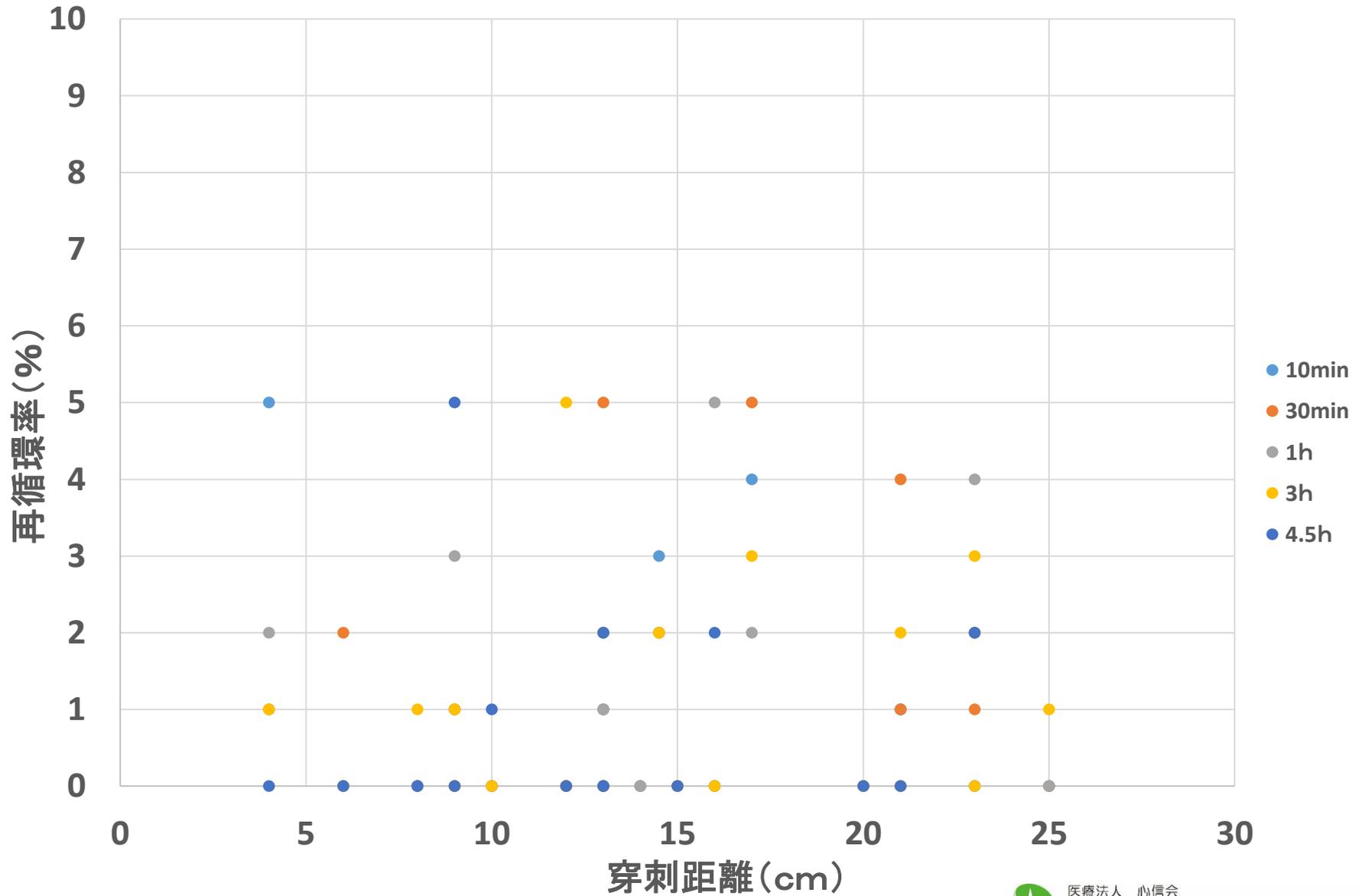
池田バスキュラーアクセス・透析・内科

Access/Nephrology/Dialysis

# 距離に対する再循環率(%) 同一方向穿刺



# 距離に対する再循環率(%) 対向穿刺



症例1) 75歳 男性 右肘部AVF

病歴)

2010年11月10日

糖尿病性腎症から維持血液透析開始

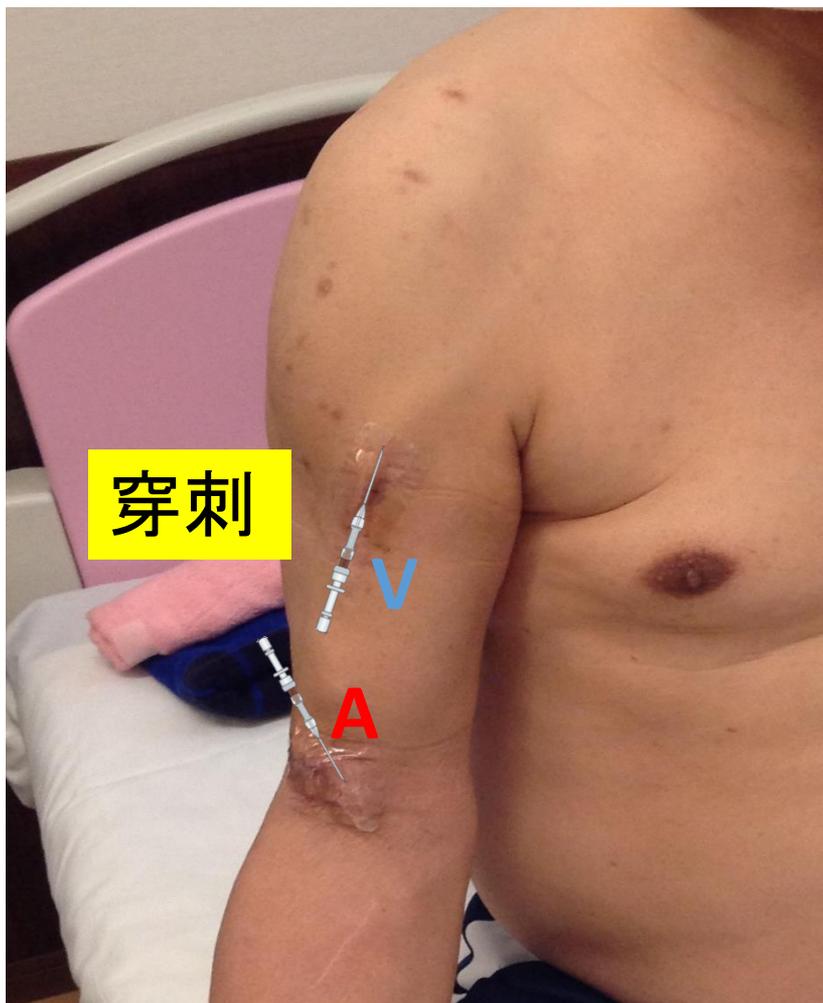
2011年1月22日初回VAIVT

以後2021年11月29日までに34回施行  
年間3回平均施行された。

2022年4月18日 35回目を静脈圧上昇  
と狭窄部位の増悪を確認後にVAIVTを施  
行した。



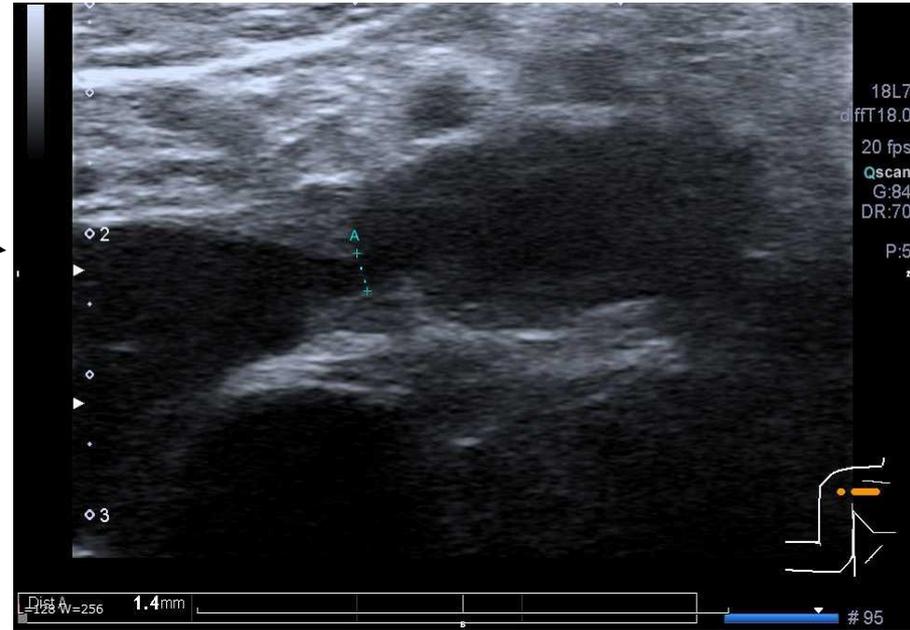
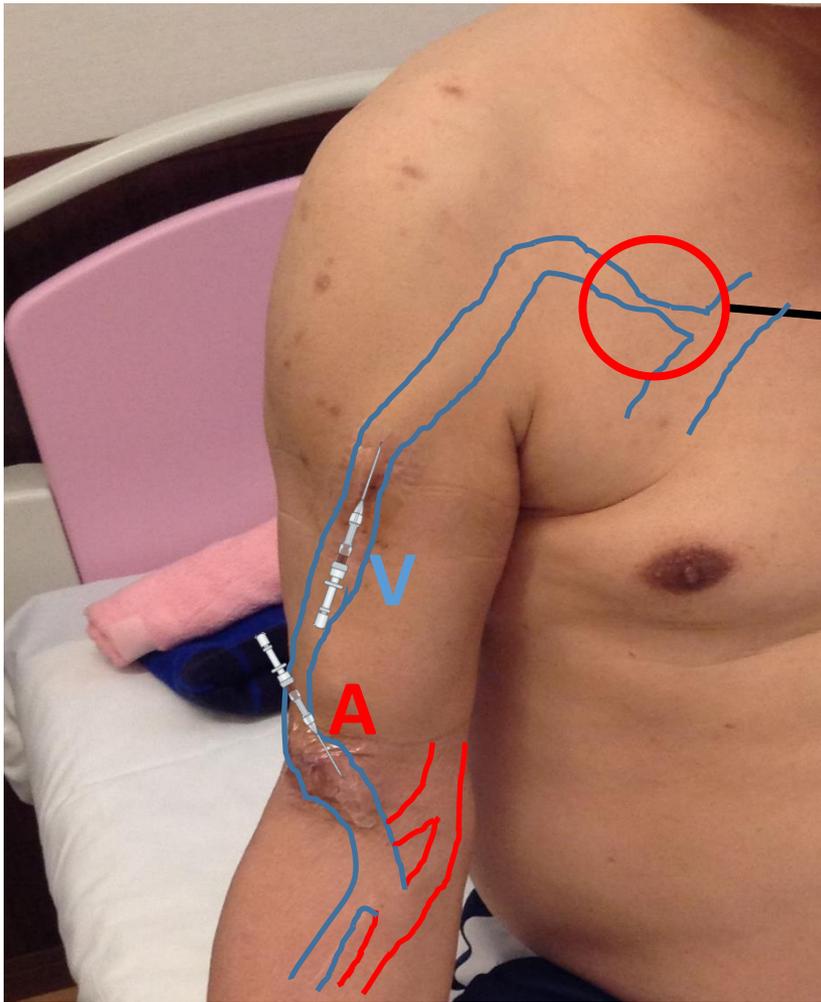
# VAIVT前の透析時静脈圧



時刻▲	経過 (時分)	静脈圧 (mmHg)	TMP (mmHg)	IP速度 (mL/h)	IP総量 (mL)	除水速度 (L/h)	除水積算 (L)	透析温度 (℃)	補液速度 (L/h)	補液量▲ (L)
新規登録										
09:49	00:30	198	51	1.6	3.8	0.76	0.34	35.9	12.14	5.0
09:59	00:40	192	51	1.6	4.0	0.76	0.46	35.9	12.14	7.0
10:09	00:50	201	55	1.6	4.3	0.76	0.59	35.9	12.14	9.0
10:11	00:52	197	56	1.6	4.4	0.76	0.62	35.9	12.14	9.6
10:19	01:00	197	60	1.6	4.6	0.76	0.71	35.9	12.14	11.0
10:29	01:10	195	61	1.6	4.8	0.76	0.84	35.9	12.14	13.0
10:39	01:20	191	60	1.6	5.1	0.76	0.97	36.0	12.14	15.0
10:49	01:30	187	62	1.6	5.4	0.76	1.09	35.9	12.14	17.0
10:59	01:40	194	64	1.6	5.6	0.76	1.22	35.9	12.14	19.0
11:09	01:50	198	65	1.6	5.0	0.76	1.35	35.0	12.14	21.0

戻る 再表示

# VAIVT前の Cephalic arch stenosis



VAIVT前VAエコー所見

FV: 510ml/min

PI: 1.61

RI: 0.67

鎖骨下狭窄径: 1.4mm

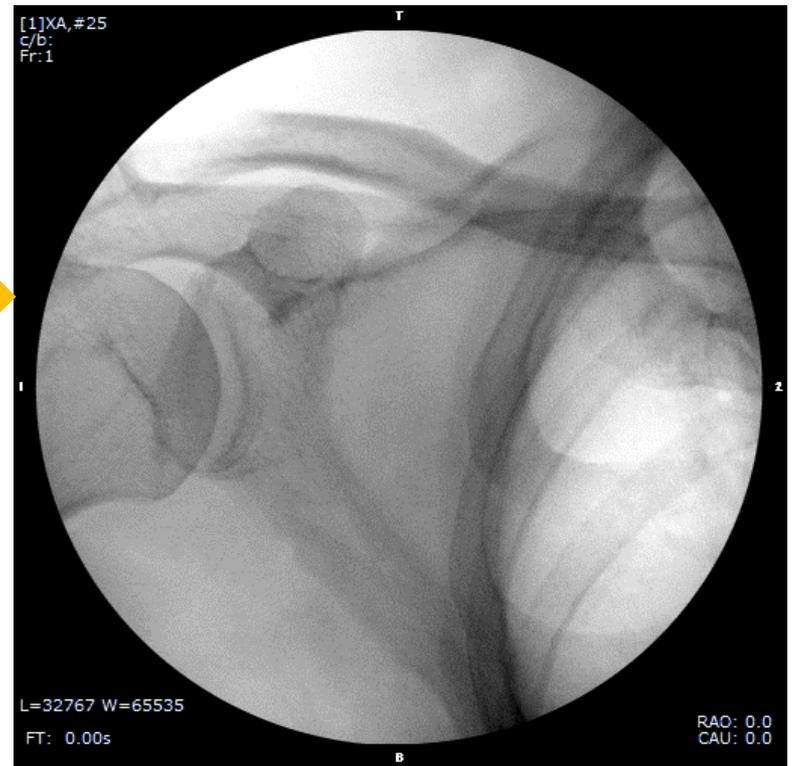
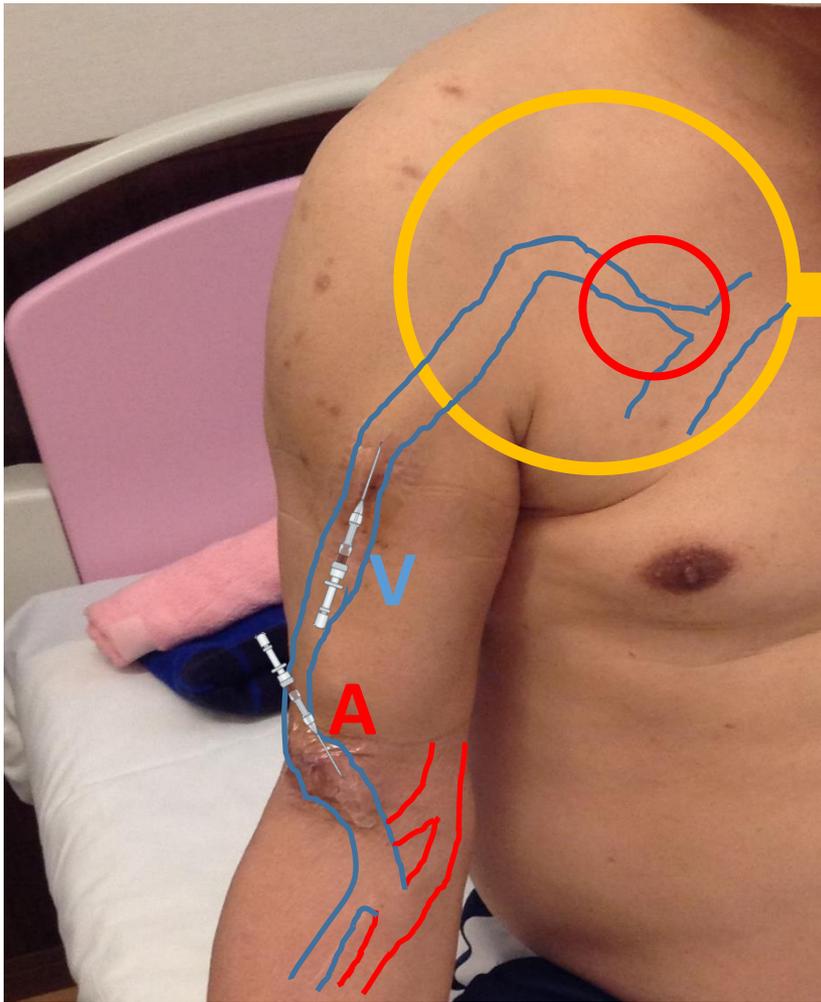


医療法人 心信会

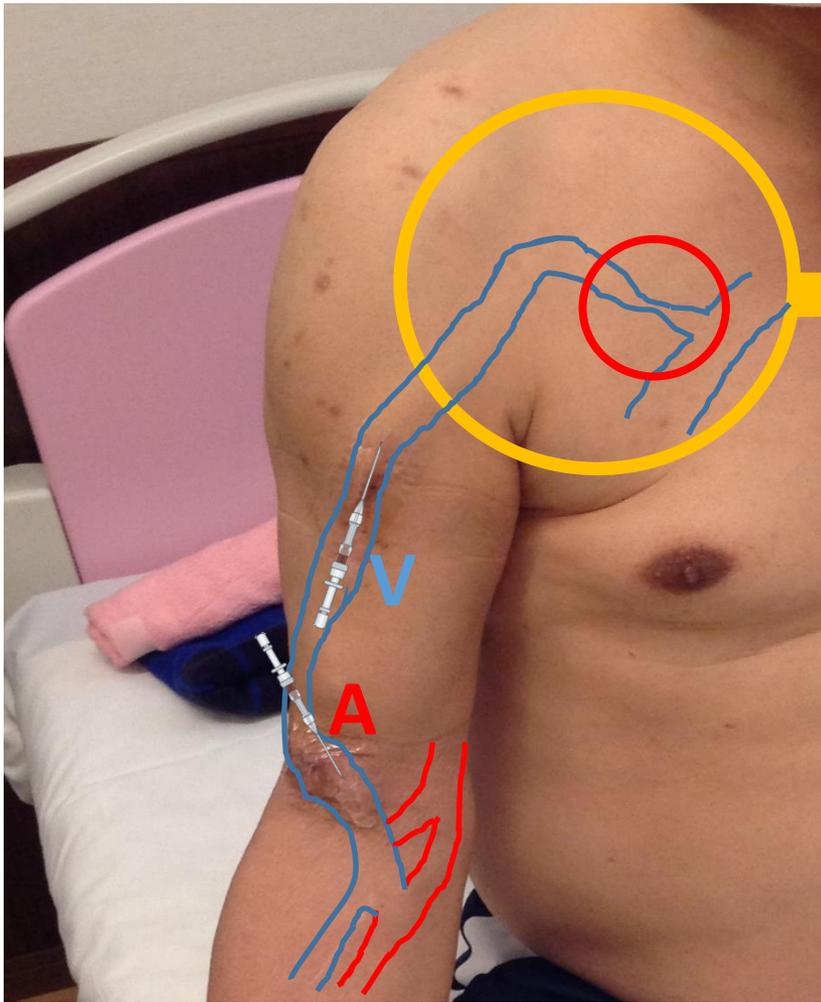
池田バスキュラーアクセス・透析・内科

Access/Nephrology/Dialysis

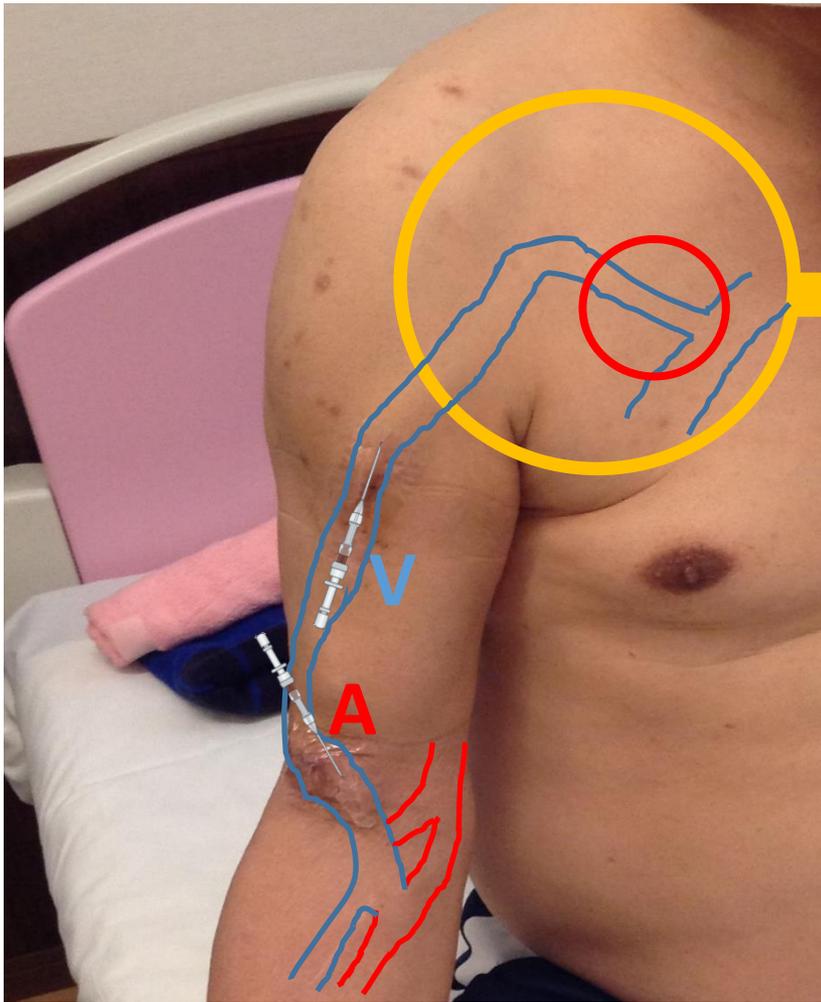
# VAIVT前の造影所見



# VAIVT(6mmx4cm 最大25atmまで拡張)



# 完全拡張後INPACT DCB で14atm

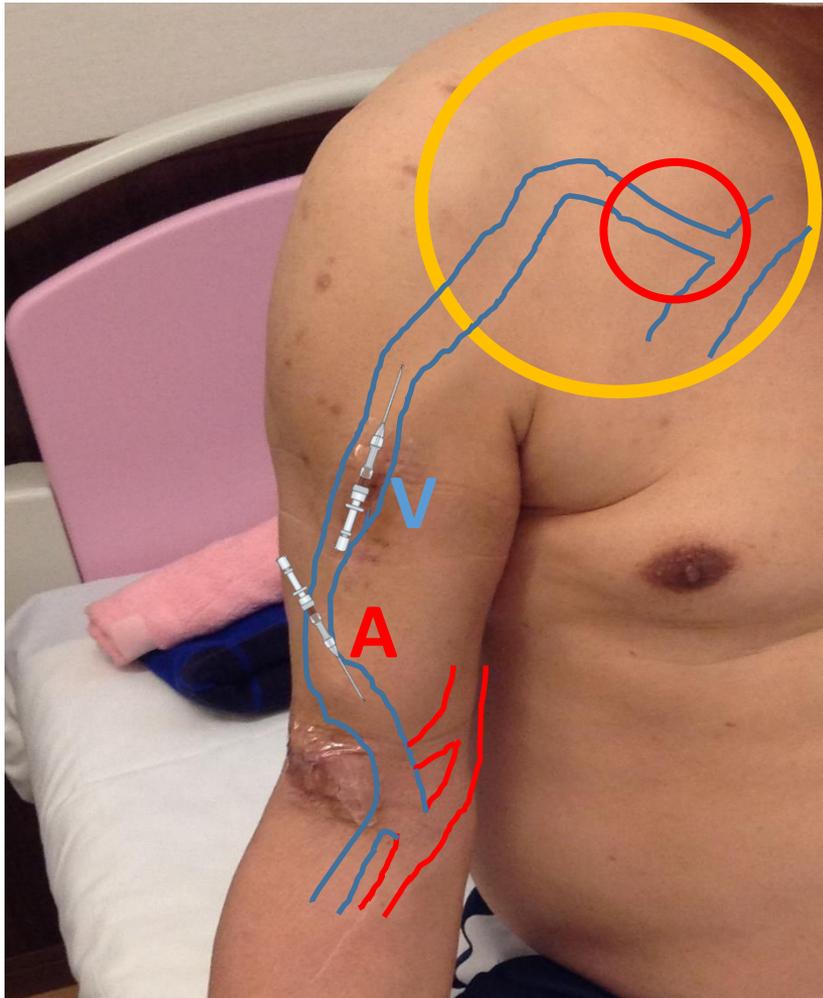


# VAIVT後VAエコー所見

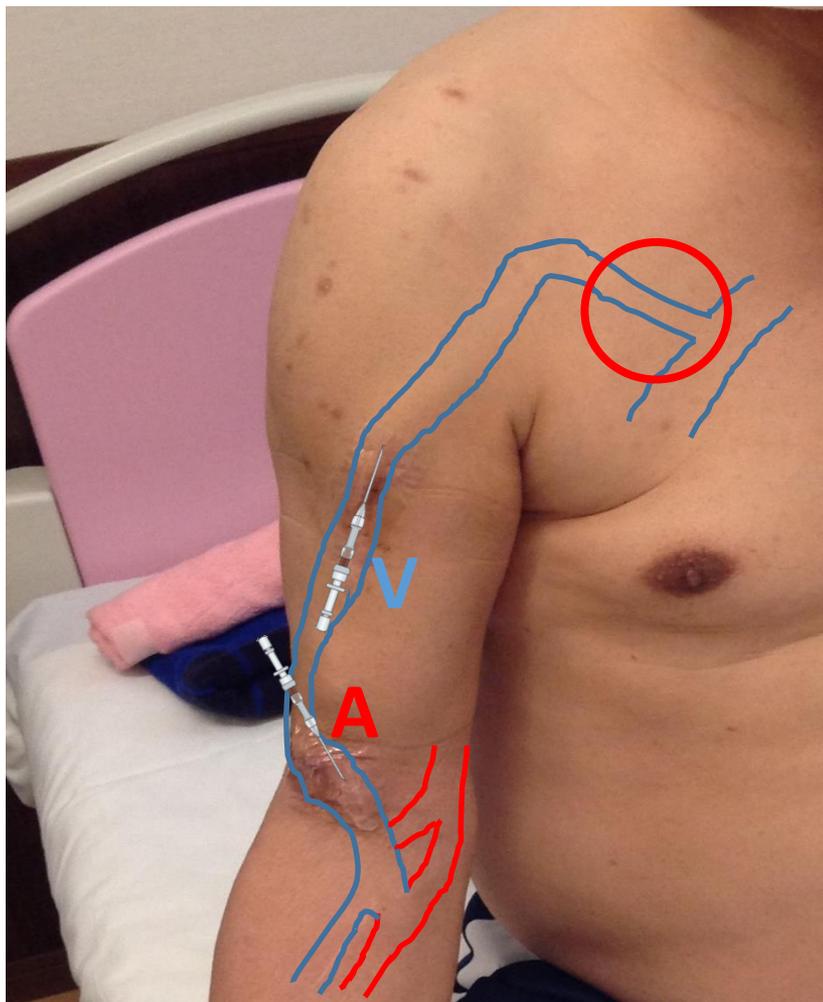
FV: 510→1100ml/min

PI: 1.61→0.6

RI: 0.67→0.43



# VAIVT後の透析時静脈圧

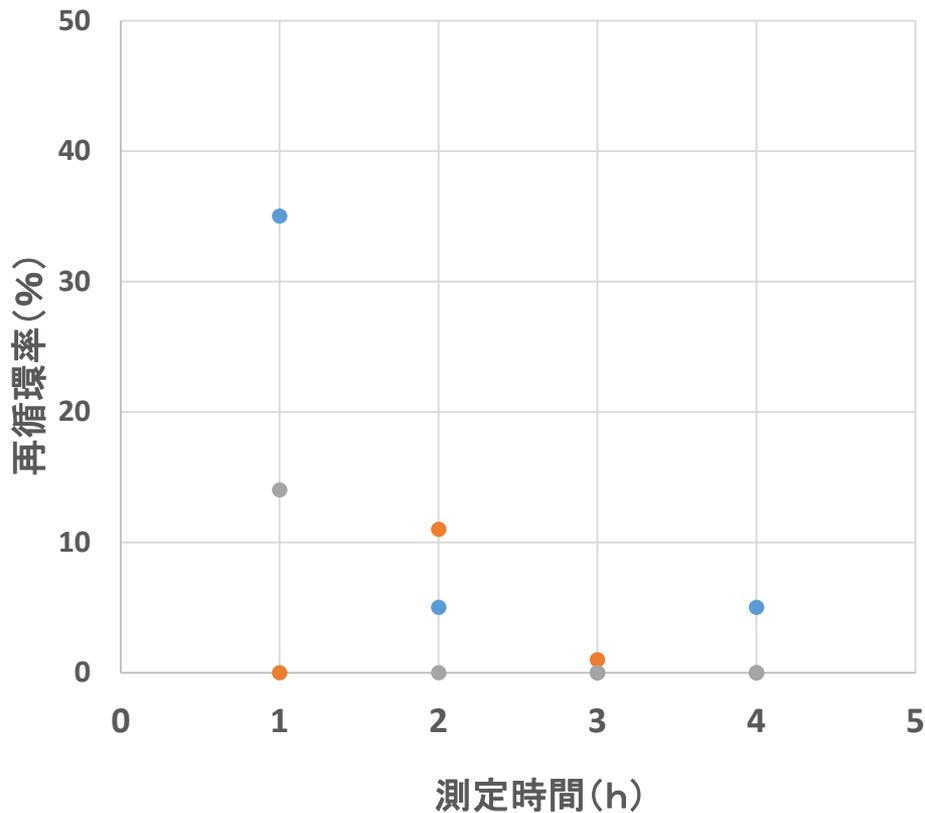


時刻▲	経過 (時分)	静脈圧 (mmHg)	TMP (mmHg)	IP速度 (mL/h)	IP総量 (mL)	除水速度 (L/h)	除水積算 (L)	透析温度 (℃)	補液速度 (L/h)	補液量 (L)
新規登録										
09:14	00:00	17	48	0.0	3.0	0.00	0.00	33.0	0.00	0.0
09:24	00:10	155	10	1.6	3.2	0.76	0.12	36.0	11.55	1.7
09:34	00:20	148	40	1.6	3.5	0.76	0.21	35.9	11.55	2.9
09:44	00:30	151	44	1.6	3.8	0.76	0.34	35.9	11.55	4.8
09:54	00:40	153	38	1.6	4.0	0.76	0.46	35.9	11.55	6.8
10:04	00:50	151	37	1.6	4.3	0.76	0.59	35.9	11.55	8.7
10:06	00:51	152	38	1.6	4.3	0.76	0.61	35.9	11.55	9.0
10:14	01:00	151	49	1.6	4.6	0.76	0.72	35.9	11.55	10.6
10:15	01:00	56	54	1.6	4.6	0.76	0.73	35.9	11.55	10.8
10:24	01:10	147	50	1.6	4.8	0.76	0.81	35.0	11.55	12.5

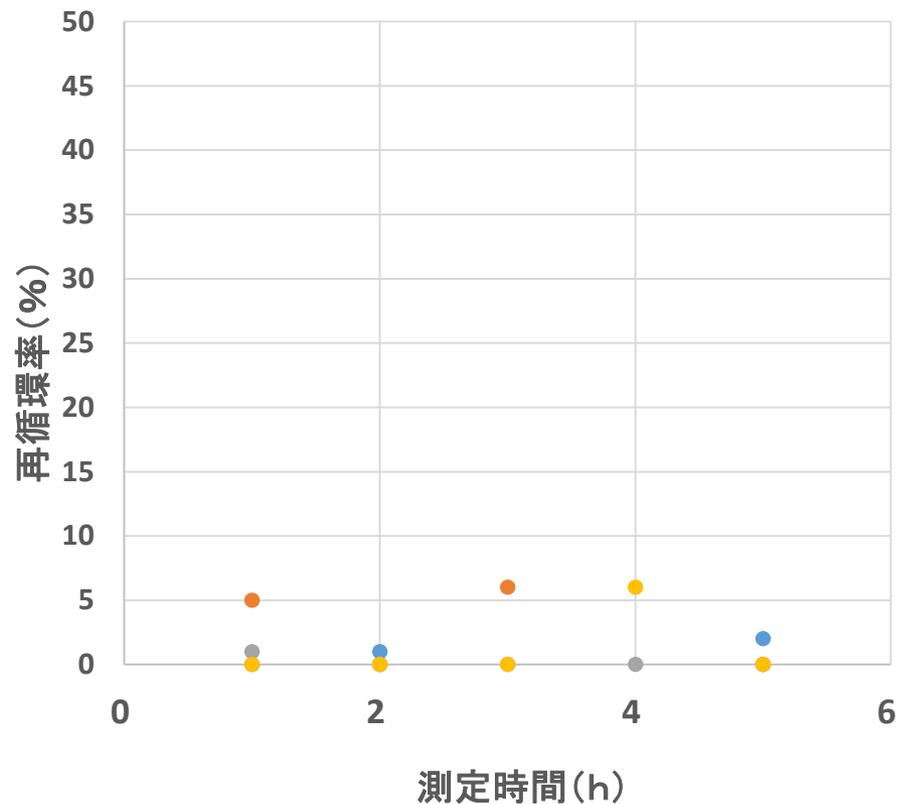
戻る 再表示

# 症例1

## VAIVT前後の透析時再循環率



● 4月12日 ● 4月14日 ● 4月16日



● 4月19日 ● 4月23日 ● 4月26日 ● 4月28日



## PTA前

	1h	2h	3h	4h
4月12日	35	5	0	5
4月14日	0	11	1	0
4月16日	14	0	0	0

## PTA後

	10分	30分	1h	3h	4.5h
4月19日	0	1			2
4月23日	5	0	6		0
4月26日	1	0	0	0	0
4月28日	0	0	0	6	0

	FV(ml)	PI	RI	最終PTA	シャント距離	順/逆 (V/A)	血流	G数(A/V)
症例1	990	0.97	0.55	R4.4.18	13	順逆	250	15/15

#1 定期検査での生化学検査異常値は認めなかった。

#2 BV計による再循環率の測定は、静脈圧上昇と同じく狭窄の進行を透析室にて早期発見するのに有用である。



## 症例2 疑似的再循環モデル

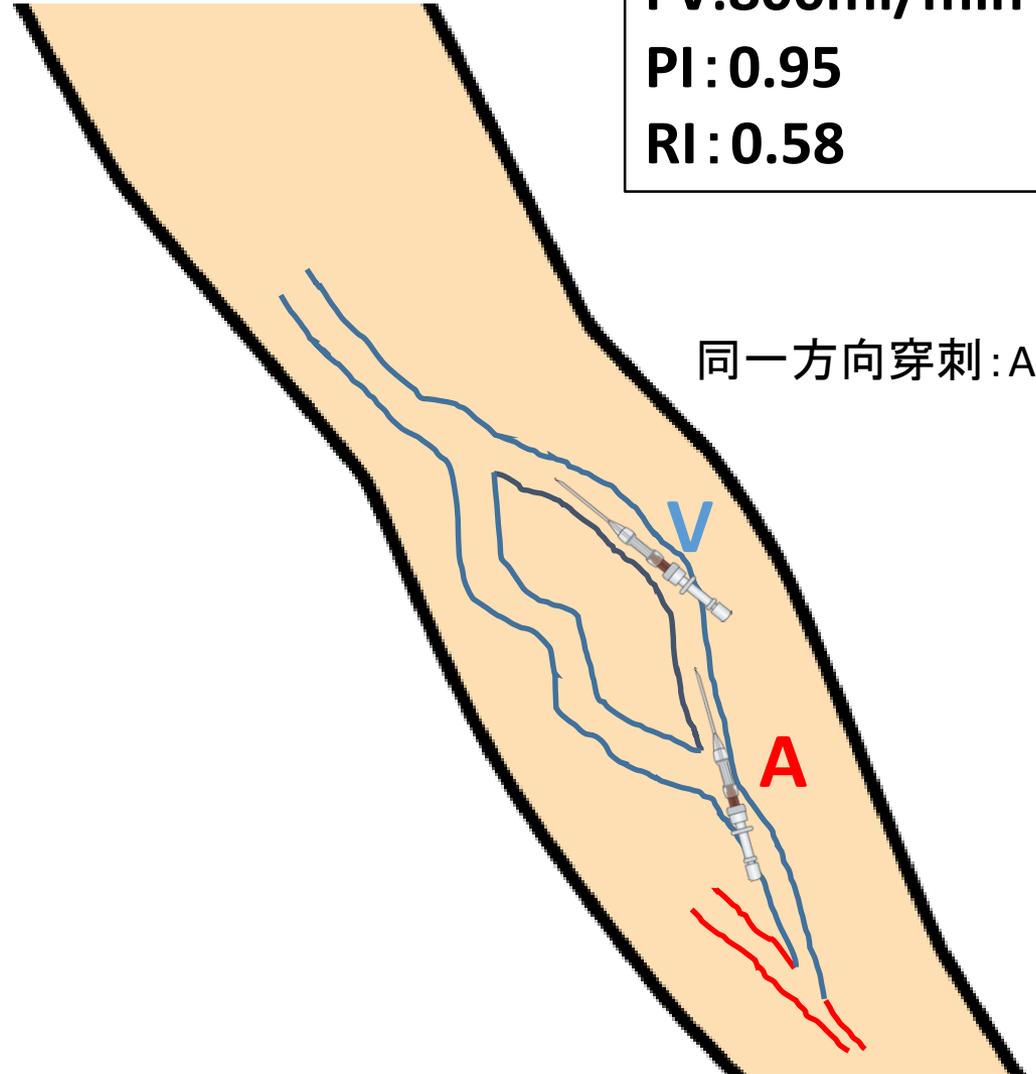
# 再循環している理由を考えてください。



# 症例2



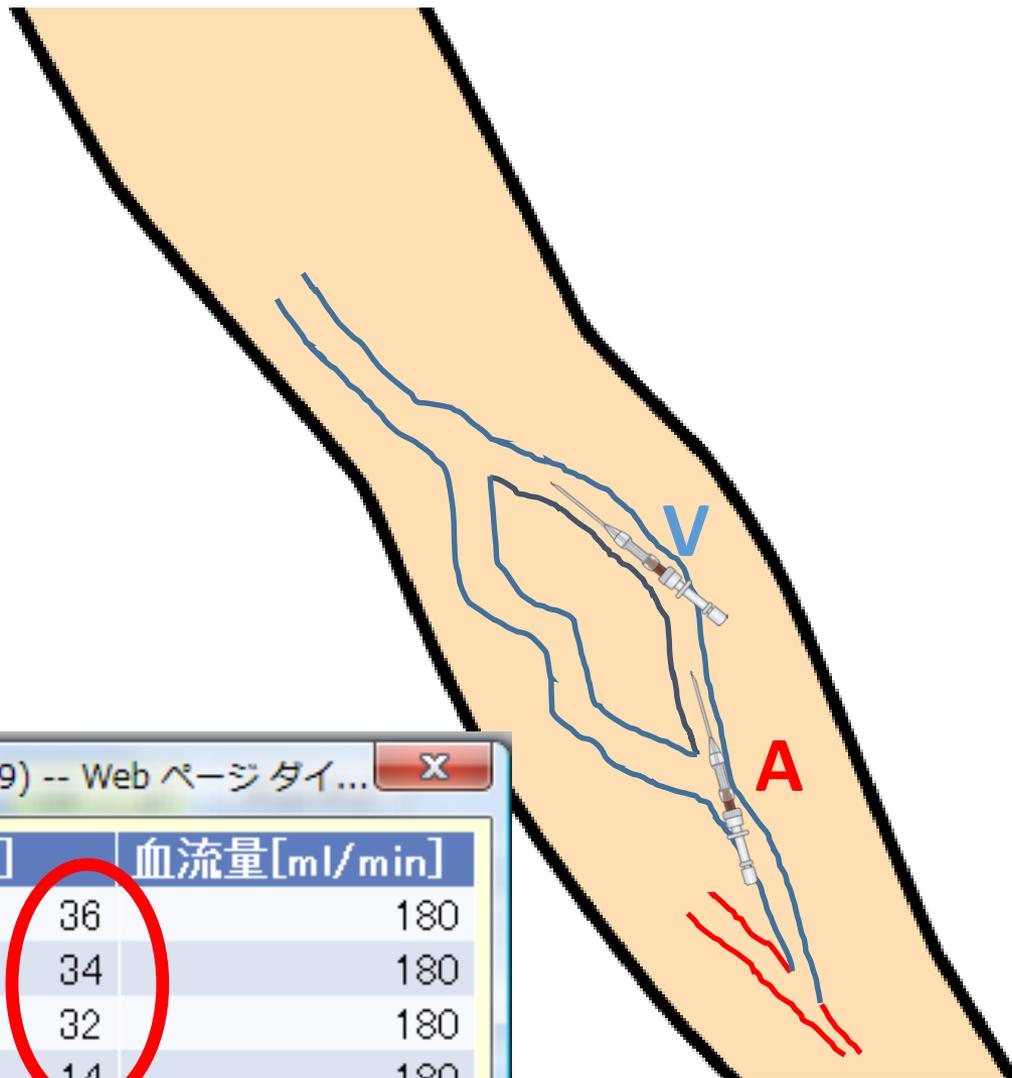
VAエコー所見  
FV:800ml/min  
PI:0.95  
RI:0.58



同一方向穿刺:A



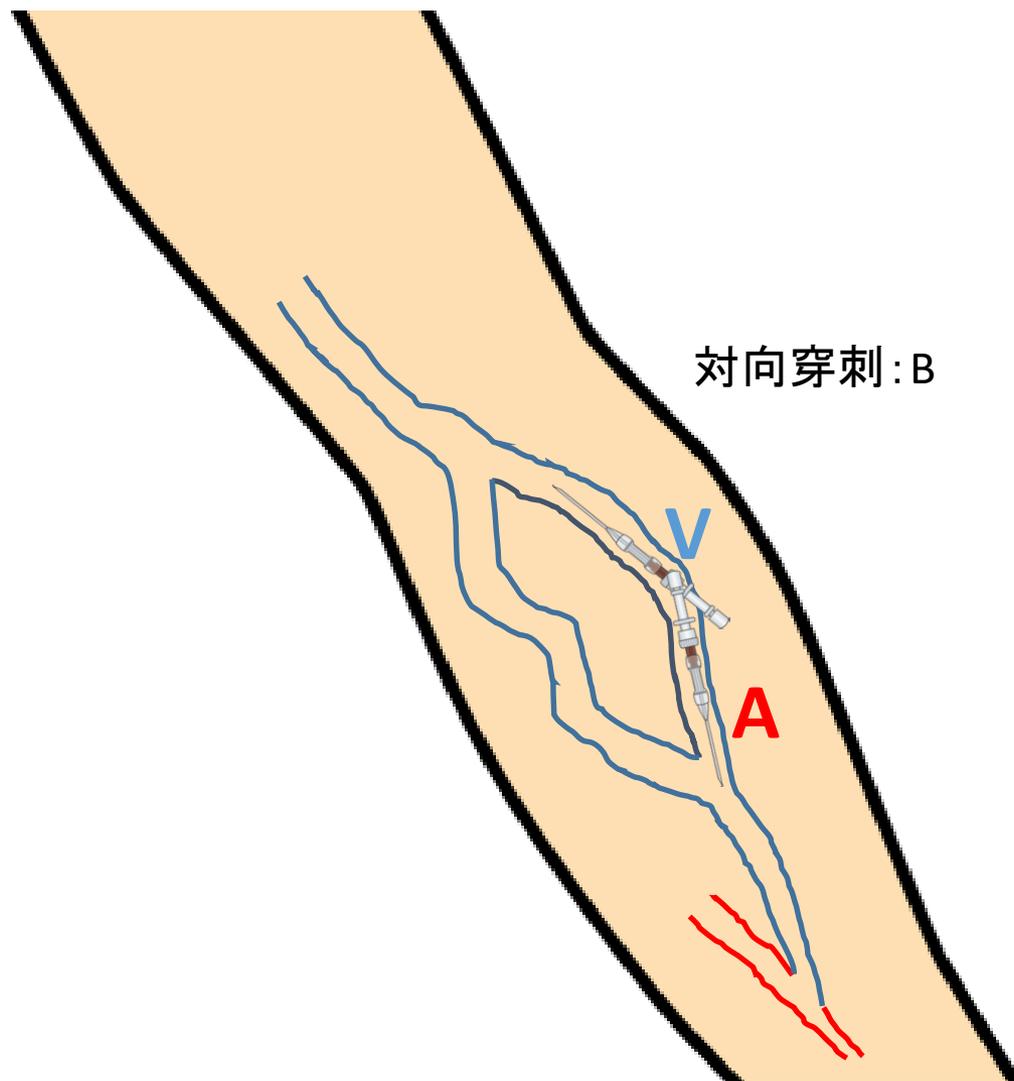
# 同一方向穿刺:A



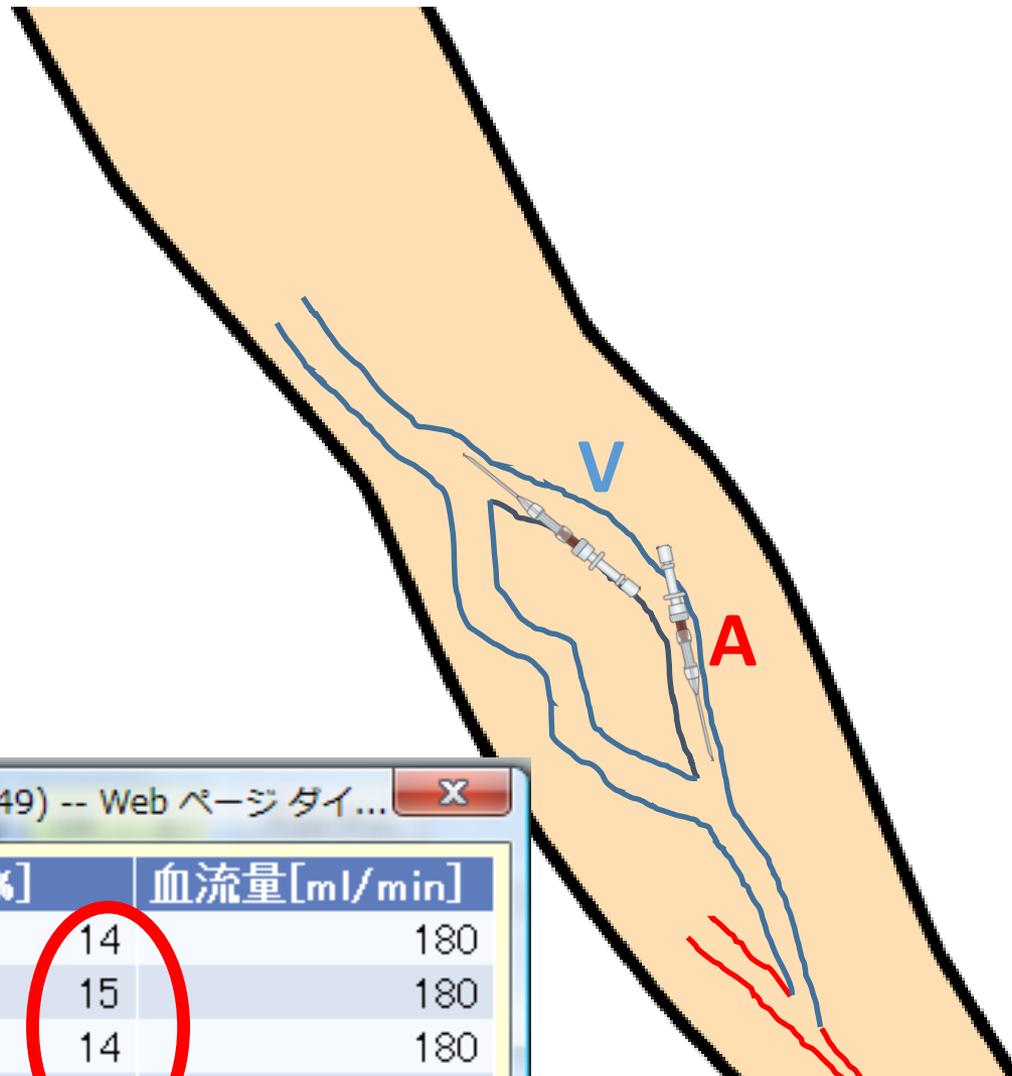
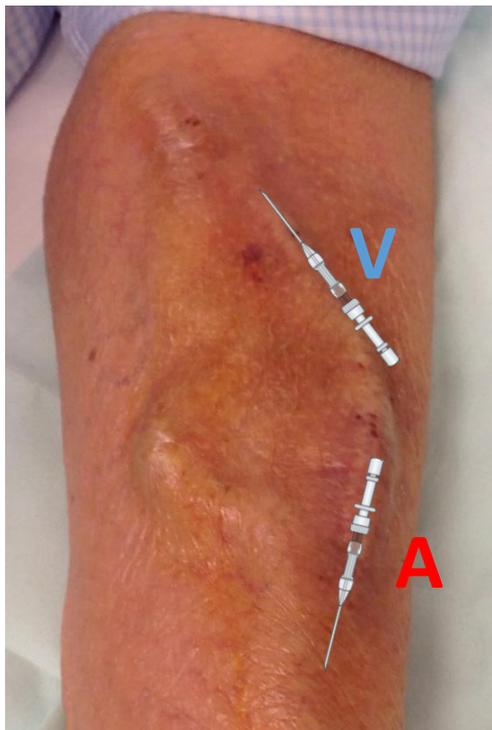
Future Net Web+ 再循環率選択(COM\_12\_49) -- Web ページダイ...

測定日付	再循環率[%]	血流量[ml/min]
2022/06/09 08:57:06	36	180
2022/06/09 09:17:06	34	180
2022/06/09 09:47:06	32	180
2022/06/09 11:47:05	14	180





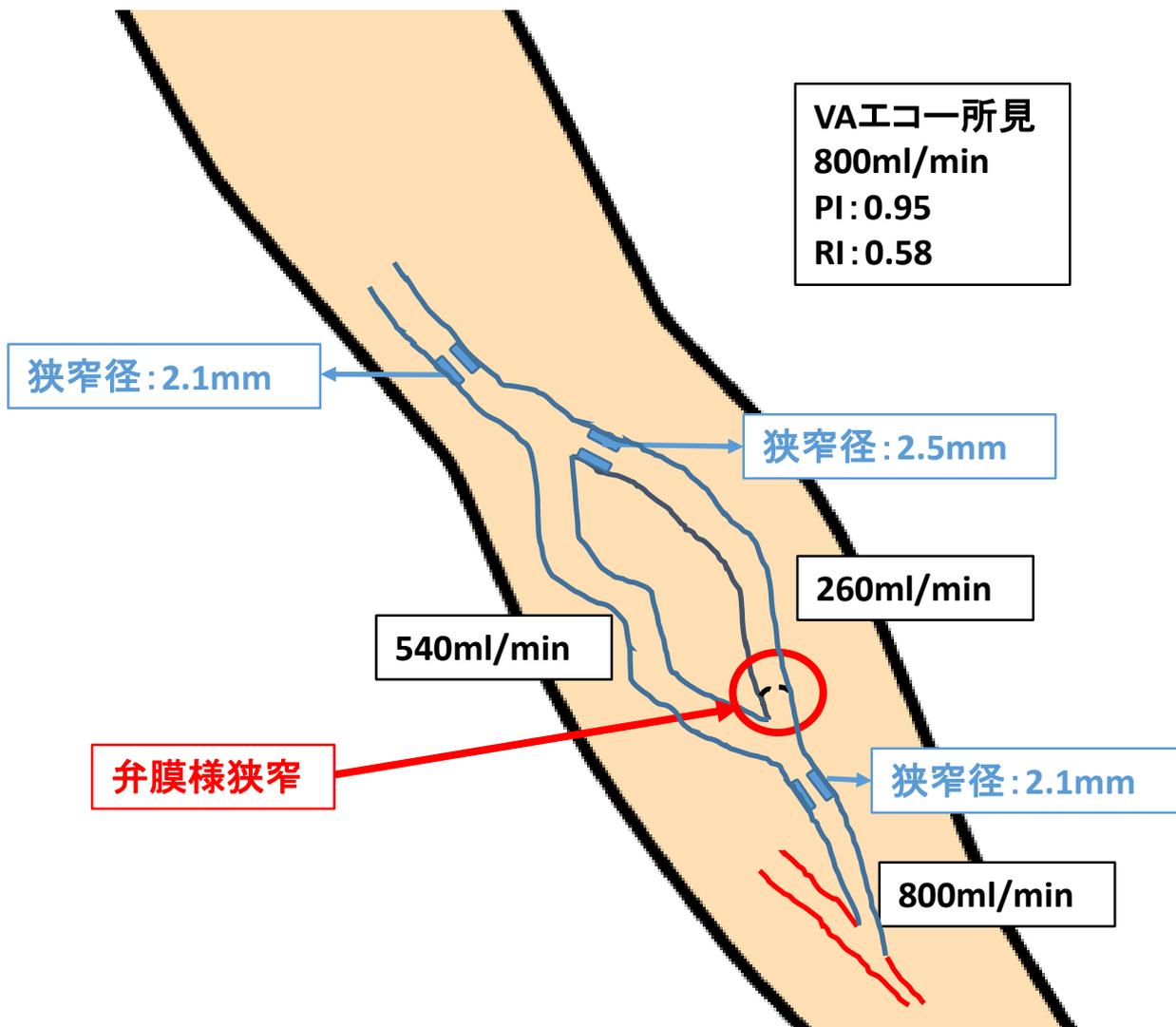
# 対向穿刺：B

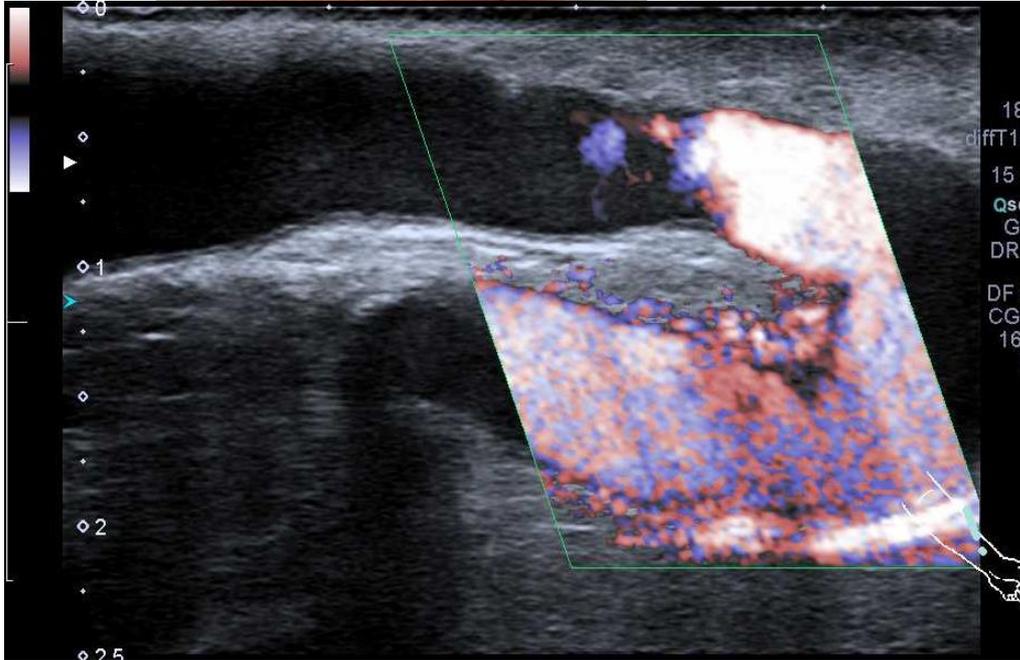
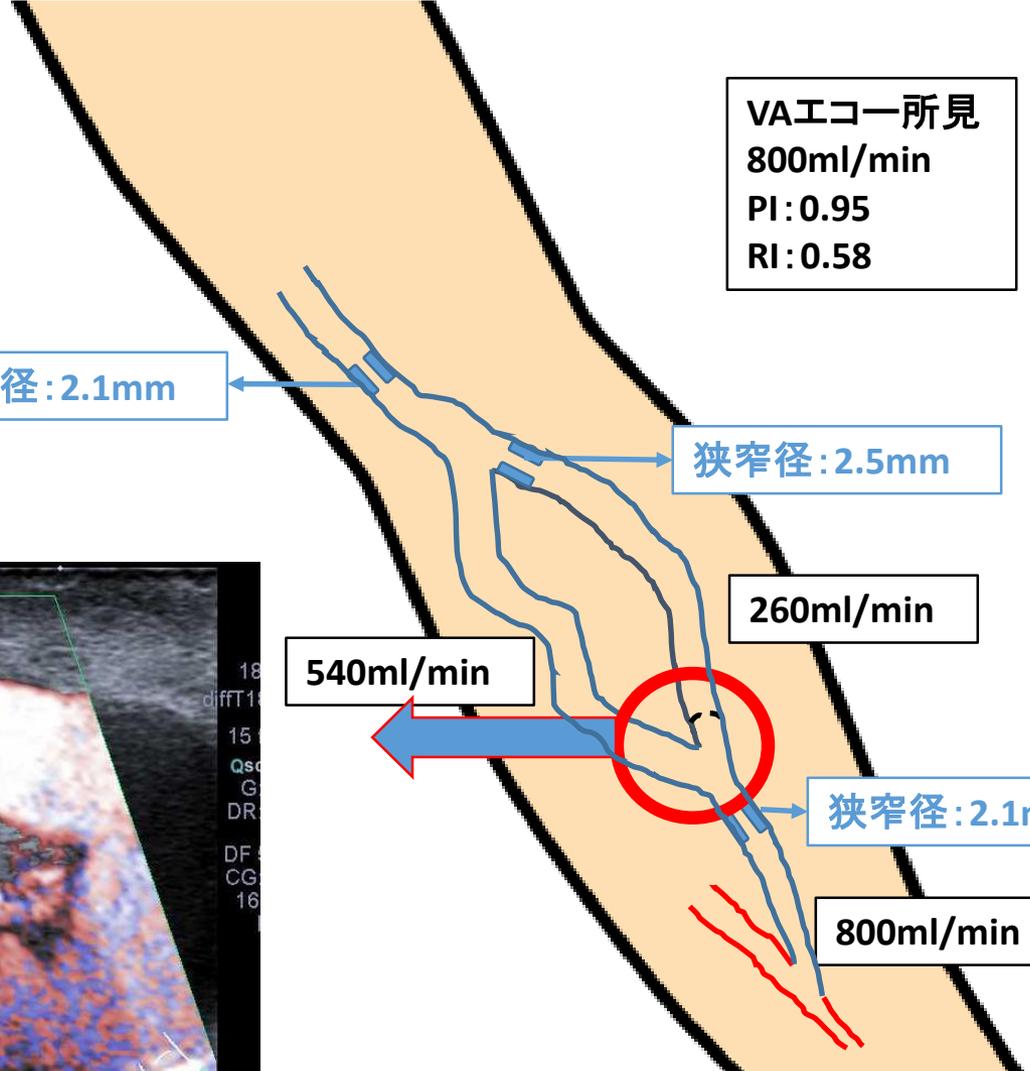


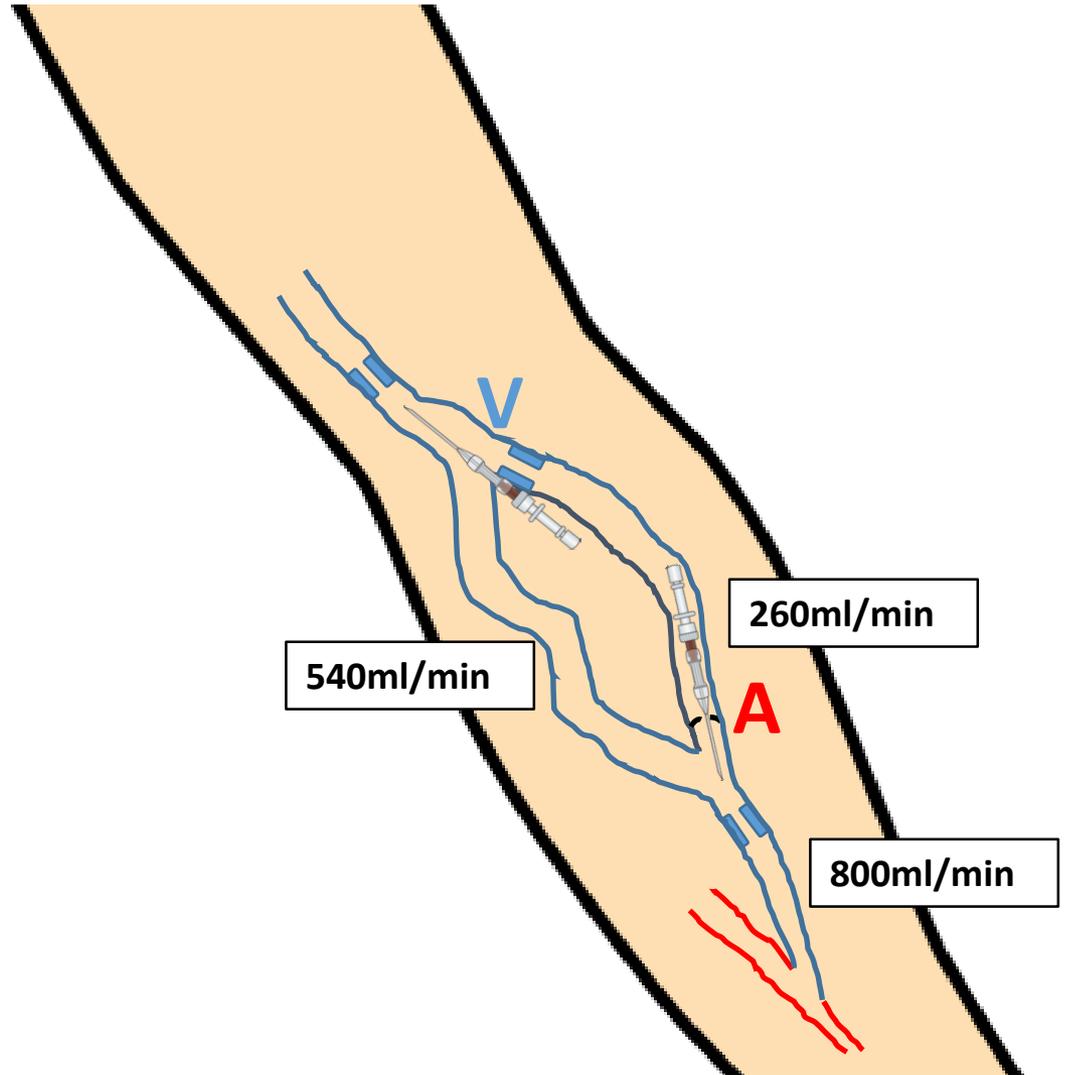
Future Net Web+ 再循環率選択(COM\_12\_49) -- Web ページダイ...

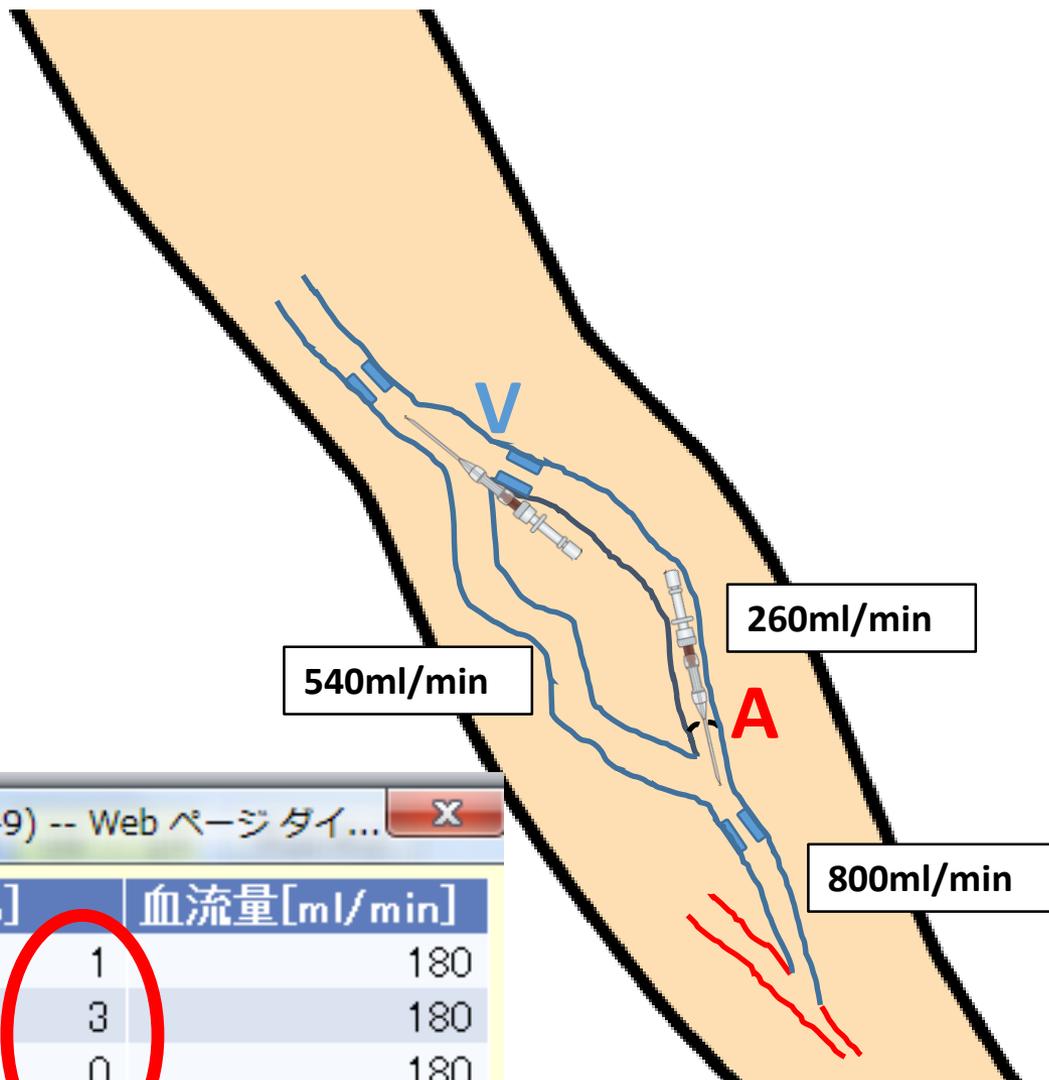
測定日付	再循環率[%]	血流量[ml/min]
2022/06/18 09:16:42	14	180
2022/06/18 09:36:41	15	180
2022/06/18 10:06:41	14	180
2022/06/18 12:06:42	12	180











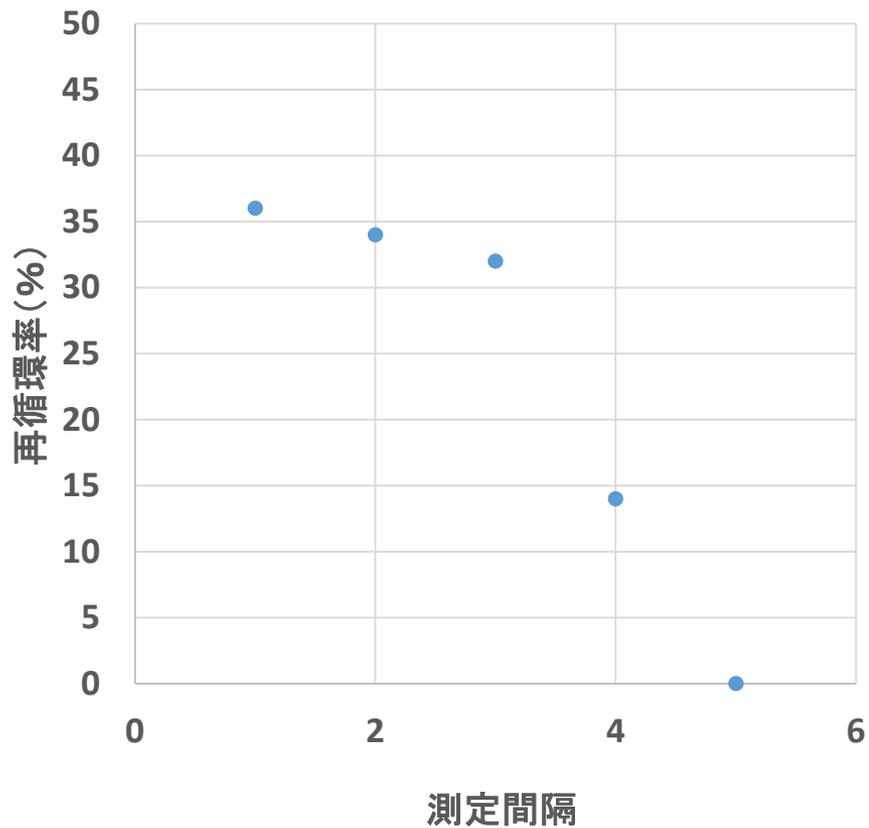
Future Net Web+ 再循環率選択(COM\_12\_49) -- Web ページダイ...

測定日付	再循環率[%]	血流量[ml/min]
2022/05/21 08:54:05	1	180
2022/05/21 09:14:05	3	180
2022/05/21 09:44:16	0	180
2022/05/21 11:44:16	1	180

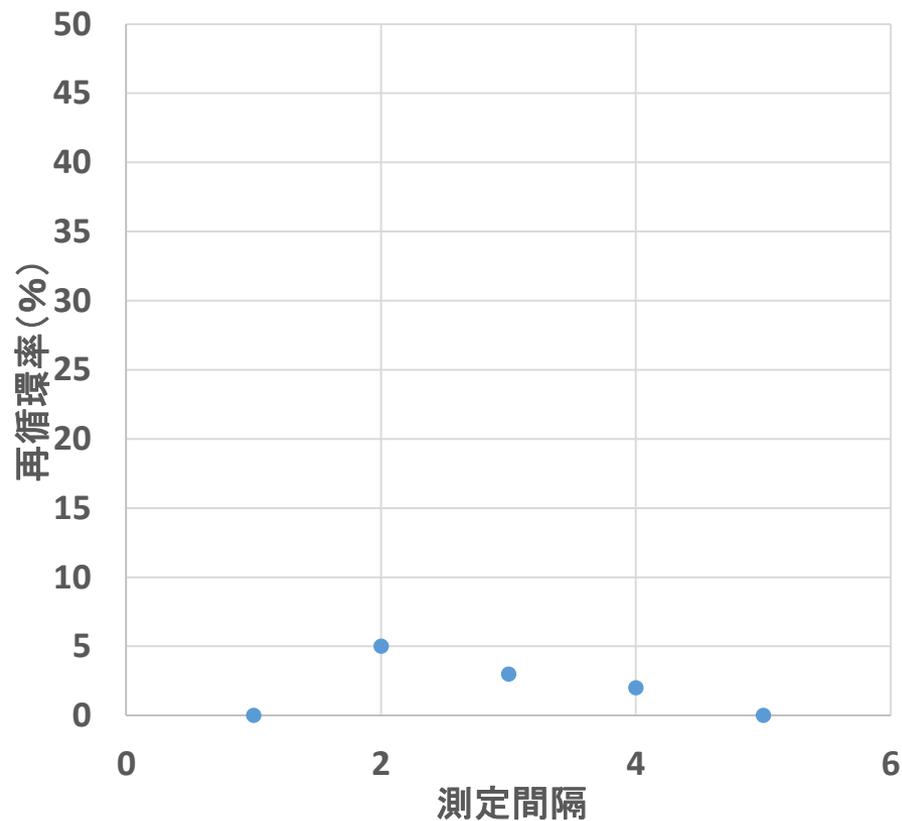


## 症例2)

### 再循環あり



### 再循環なし



順逆刺し 再循環なし

	10分	30分	1h	3h	4.5h
6月11日	0	5	3	2	-

	FV(ml)	PI	RI	最終PTA	シャント距離	順/逆 (V/A)	血流	G数(A/V)
	800	0.95	0.58	R2.1.17	11cm	順逆	180	17/16

順々刺し 再循環あり

	10分	30分	1h	3h	4.5h
6月9日	36	34	32	14	-
6月16日	12	13	3	11	21

	FV(ml)	PI	RI	最終PTA	シャント距離	順/逆 (V/A)	血流	G数(A/V)
症例2	800	0.95	0.58	R2.1.17	4.5cm	順々	180	17/16

- #1 弁膜用狭窄が血流量を規定していたために生じた再循環であった。
- #2 穿刺針先端の操作で血流改善が認められるケースでは、超音波による血流量の確認が必要なケースであった。

## まとめ

再循環は、良好な血流では穿刺方向によらず認められなかった。

しかし、中枢側の狭窄の発見や脱血不良の原因探索などに有用なことがある。