



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΕΦΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ  
HELLENIC SOCIETY OF NEPHROLOGY

# Πρακτικά παραδείγματα συνταγογράφησης αιμοκάθαρσης



Ξυδάκης Δημήτρης  
Νεφρολόγος

Βενιζέλιο Νοσοκομείο Ηρακλείου

# Διασφάλιση επάρκειας κάθαρσης

Καθορισμός της ιδανικής ποσότητας κάθαρσης που πρέπει να συνταγογραφήσουμε

$$K \times t$$

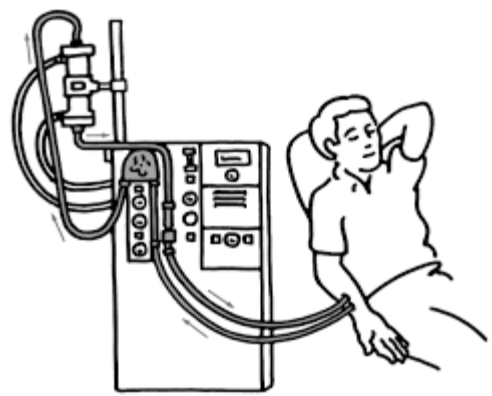
Μέτρηση της πραγματικής κάθαρσης που χορηγούμε στον ασθενή

$$V$$

Η παράμετρος Kt/V είναι μια μέτρηση της αποτελεσματικότητας μιας συνεδρίας αιμοκάθαρσης.

Προσδιορίζει την αποτελεσματική απομάκρυνση μιας συγκεκριμένης διαλυμένης ουσίας (**κάθαρση K**) που προκύπτει από μια δεδομένη θεραπεία (χαρακτηρίζεται από το **χρόνο t**) σε έναν δεδομένο ασθενή (με συγκεκριμένο **όγκο κατανομής V** για τη διαλυμένη ουσία που εξετάζεται).

Ουσιαστικά, εκφράζει τις φορές που καθαρίστηκε ο όγκος κατανομής της ουρίας στο συγκεκριμένο ασθενή κατά την διάρκεια μιας συγκεκριμένης συνεδρίας



# Περίπτωση 1<sup>η</sup> Ατομικό Αναμνηστικό

Άντρας , 22 ετών

ΧΝΝ τελικού σταδίου

- άγνωστης αρχής
- πιθανότητα από χρόνια σπειραματονεφρίτιδα
- υπολειπόμενη κάθαρση ουρίας :  $<1 \text{ ml/min}$

ΑΥ

Υπερτασική Καρδιοπάθεια

Νεφρογενής Αναιμία

Δευτεροπαθής Υπερπαραθυρεοειδισμός



# 1<sup>ο</sup> Παράδειγμα Στοιχεία Αιμοκάθαρσης

## Στοιχεία Κάθαρσης:

- Κλασσική αιμοκάθαρση
- **Διάρκεια 3.5 ωρών**
- Φίλτρο medium -flux polyethersulfone  
1.9 m<sup>2</sup> (Kuf 25 ml/h/mmHg)
- ΞΒ 71 kg
- 3/εβδομαδα
- Ροη αίματος 300 ml/min / Ροη δ/τος  
500 ml/min
- Δ/μα Ca 1.5 , Κ2, διττανθρακικά

## Αγγειακή Προσπέλαση:

17/11/2023 Προσωρινός CVC ΔΕ  
σφαγίτιδα

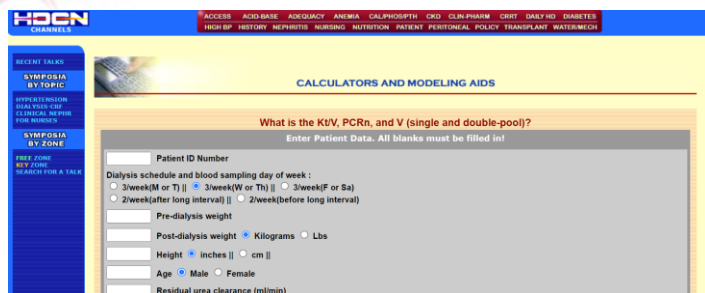
28/11/2023 Μόνιμος CVC ΔΕ σφαγίτιδα

14/12/2023 αυτόλογη κερκιδοκεφαλική  
επικοινωνία Brescia - Cimino αριστερά,  
με παροχή 800 ml/min

22/01/2024 πρώτη παρακέντηση  
φίστουλας

31/1/2024 Κ/tv

# Τεστ κάθαρσης (x2)



Height in cm = 170

KoA = 1023

Predialysis BUN = 84

Postdialysis BUN = 34.5

Blood flow rate (ml/min) = 300

Dialysate flow rate (ml/min) = 500

Patient gender = male

Session length (min) = 210

Predialysis weight (kg) = 73.1

Postdialysis weight (kg) = 71

Residual urea clearance (Kru, ml/min) = 0

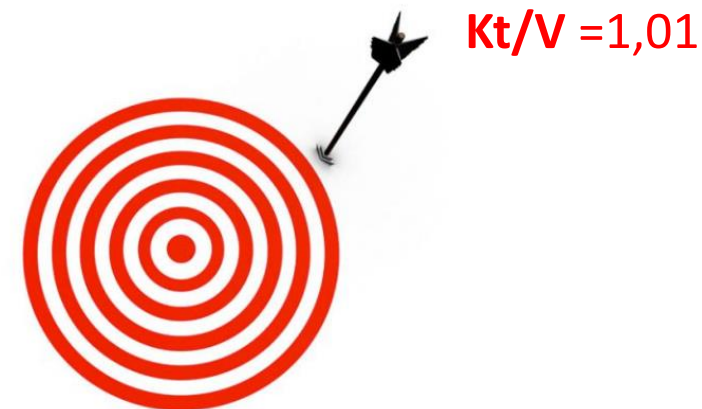


*Single-pool modeling outputs:*

Urea reduction ratio (as percent) = 56.31

**Treatment Kt/V = 1,01**

PCRn (includes Kru if entered, g/kg/day) = 1.38



# Τι διερεύνηση πρέπει να κάνω σε ένα χαμηλό $Kt/v$ ?

- Χαμηλή ροή αίματος
- Κακή επιλογή φίλτρου (ακατάλληλο  $K_0A$ )
- Χαμηλή ροή δ/τος
- Επανακυκλοφορία προσπέλασης

$$K \times t$$

---

$$v$$

Πρώιμη διακοπή  
συνεδρίας  
Ακατάλληλη επιλογή  
διάρκειας συνεδρίας

Υψηλότερο  $V$  σε σχέση με  
το  $V$  που υπολογίσαμε

Αποφασίστηκε να γίνει μια  
φιστουλογραφία ??

# Η συνταγογραφούμενη κάθαρση όμως, πόσο ήταν ?

Μέθοδος



Υπολογίζουμε το V του ασθενούς

- Φύλο
- Ηλικία
- Σωματικό βάρος
- Ύψος (cm)



Τύπο του Watson

$$TBW \text{ (males)} = 2.447 - (0.09516 \times \text{age in years}) + (0.1074 \times \text{height in cm}) + (0.3362 \times \text{weight in kg})$$

$$TBW \text{ (females)} = -2.097 + (0.1069 \times \text{height in cm}) + (0.2466 \times \text{weight in kg})$$

Εναλλακτικά:  $V = 55\% \times \Xi.B. \text{ ασθενους}$

Παράδειγμα

	A	B
1	ΑΝΤΡΕΣ	
2		Κωνσταντίνος
3	Ηλικια (ετη)	22
4	Βαρος (Kg)	71
5	Υψος (cm)	170
6		
7	V lt	42,48168
8	t(min)	[Redacted]
9	{KxT}	
10	Required K	
11	QB (ml/min)	
12	KoA	
13		

**V = 42,48 lt**

# Η συνταγογραφούμενη κάθαρση, πόσο ήταν ?

Μέθοδος

Παράδειγμα

$$K \times t$$

V

Υπολογίζουμε το t (min)

Ορίζεται από τον  
θεράποντα ιατρό

- Επιθυμία ασθενούς
- Διαθεσιμότητα νοσηλευτικού προσωπικού
- Πληρότητα MTN

t = 210 min



# Η συνταγογραφούμενη κάθαρση, πόσο ήταν ?

Μέθοδος

Παράδειγμα

$$K \times t = V$$

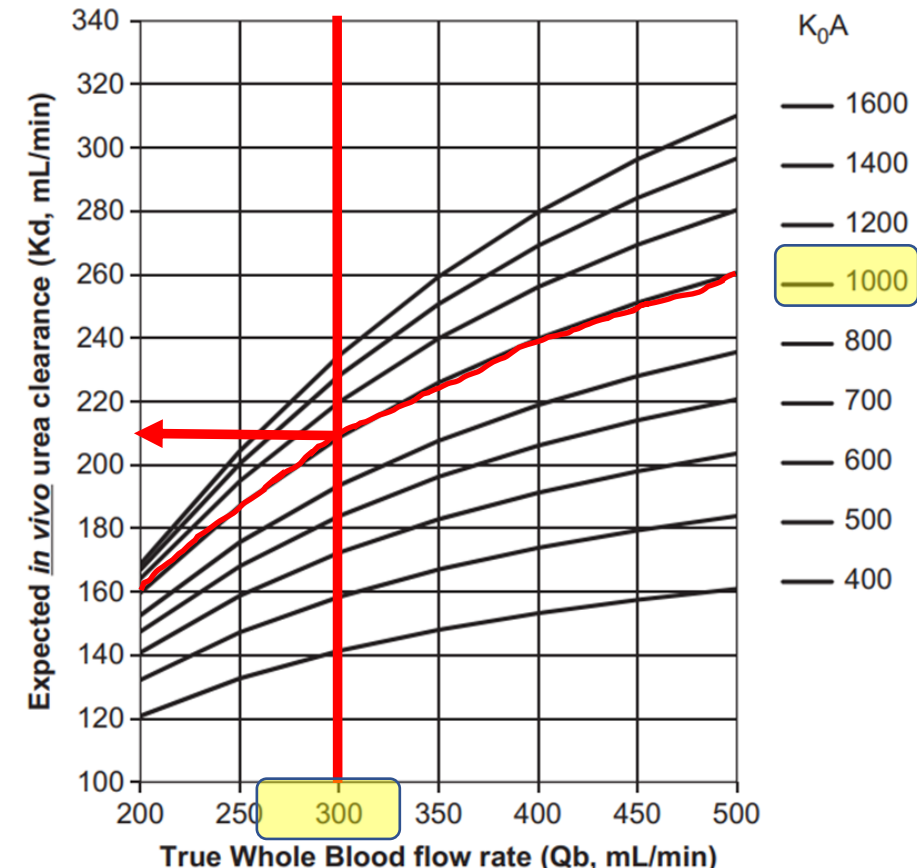
Υπολογίζουμε το  $K$  (ml/min) –  
Θα χρειαστούμε :

- **KoA**
  - Το φίλτρο που έχουμε συνταγογραφήσει
- **Ροή αίματος**
  - Η ροή που έχουμε συνταγογραφήσει
  - Η ροή που μπορεί να επιτευχθεί στον συγκεκριμένο ασθενή
- **Νομογράμμα** με KoA και ροές αίματος

Δεδομένα:

$KoA = 1023$

Blood flow rate (ml/min) = 300



**$K = 210\text{ml/min}$**

# Η συνταγογραφούμενη κάθαρση, πόσο ήταν ?

$$K = 210 \text{ ml/min}$$

$$t = 210 \text{ min}$$

$$V = 42,48 \text{ lt}$$

$$\frac{K \times t}{V}$$

1.03

$$K * t / V = 210 \text{ ml/min} * 210 \text{ min} / 42480 \text{ ml} \rightarrow 46200 / 42480 = 1.03$$

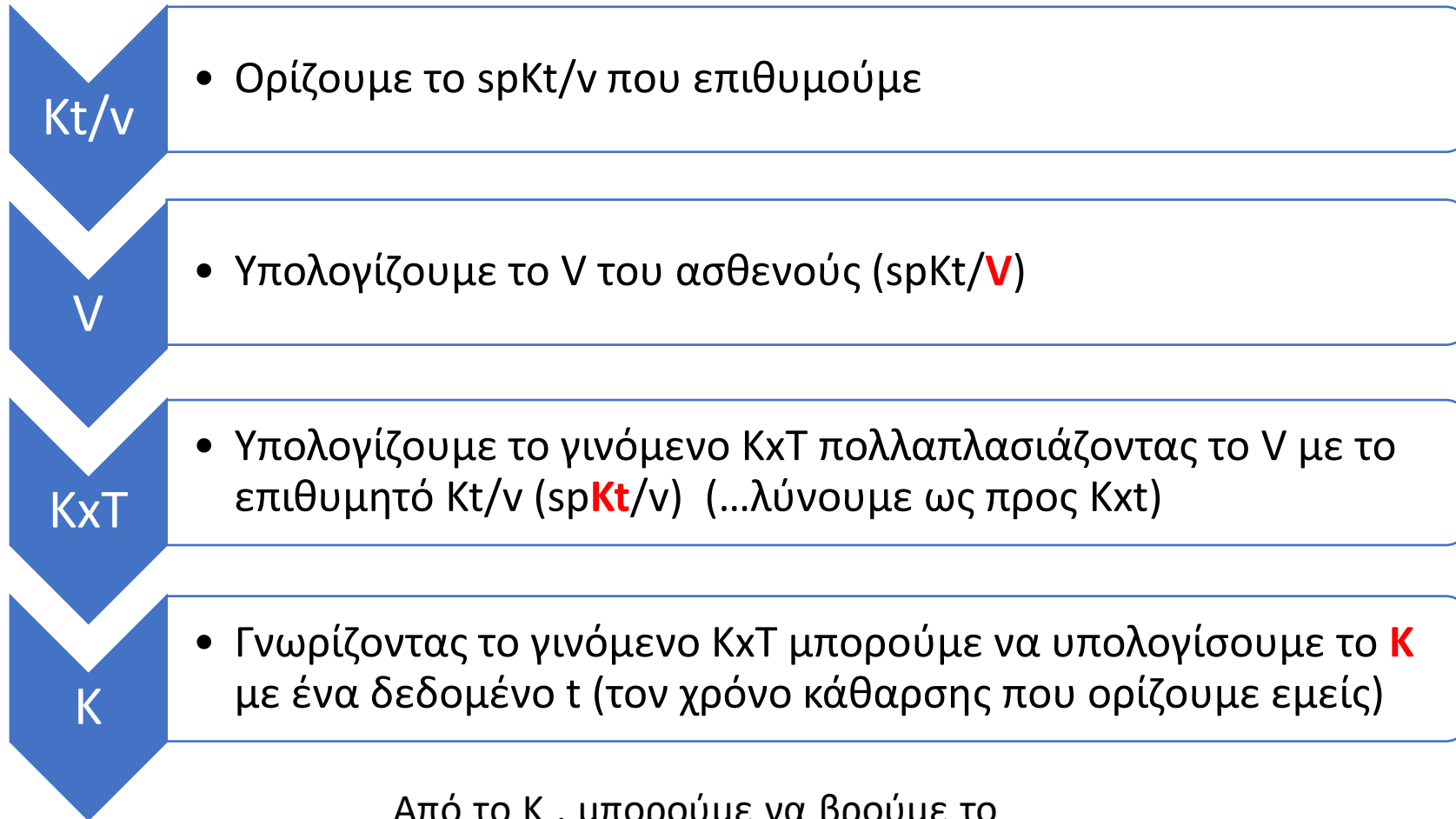


$$Kt/V = 1,01$$

# Τι θα έπρεπε να είχαμε κάνει ?



# Συνταγογράφηση τακτικής αιμοκάθαρσης σε ασθενή . Στόχος το επιθυμητό $spKt/v$



Από το  $K$  , μπορούμε να βρούμε το κατάλληλο φίλτρο για να πέτυχουμε το αποτέλεσμα ( $kt/v$ ) που θέλουμε.

V

- Υπολογίζουμε το V του ασθενούς (spKt/V)

Μέθοδος

Υπολογίζουμε το V του ασθενούς

- Φύλο
- Ηλικία
- Σωματικό βάρος
- Ύψος (cm)



Τύπο του Watson

$$TBW \text{ (males)} = 2.447 - (0.09516 \times \text{age in years}) + (0.1074 \times \text{height in cm}) + (0.3362 \times \text{weight in kg})$$

$$TBW \text{ (females)} = -2.097 + (0.1069 \times \text{height in cm}) + (0.2466 \times \text{weight in kg})$$

Παράδειγμα

	A	B
1	ΑΝΤΡΕΣ	
2		Κωνσταντίνος
3	Ηλικια (ετη)	22
4	Βαρος (Kg)	71
5	Υψος (cm)	170
6		
7	V lt	42,48168
8	t(min)	[Redacted]
9	{KxT}	
10	Required K	
11	QB (ml/min)	
12	KoA	
13		

**V = 42,48 lt**

# KxT

• Υπολογίζουμε το γινόμενο KxT πολλαπλασιάζοντας το V με το επιθυμητό Kt/v (spKt/v) (...λύνουμε ως προς Kxt)

Μέθοδος

Παράδειγμα

- Θέτουμε το στόχο που θέλουμε στο spKt/v
- Υπολογίζουμε το Kxt (...λύνουμε ως προς Kxt)

- Το spKt/V που επιθυμώ για τον Κωνσταντίνο είναι 1.5
- Ο V του Κωνσταντίνου είναι 42,48 lt

	A	B
1	ANTPEΣ	
2		Κωνσταντίνος
3	Ηλικια (ετη)	22
4	Βαρος (Kg)	71
5	Υψος (cm)	170
6		
7	V lt	42,48168
8	t(min)	240
9	{KxT}	63,72252
10	Required K	
11	QB (ml/min)	
12	KoA	
13		

$$[spKt/v \text{ Στόχος}] = \frac{K * t}{V} \rightarrow$$

$$\rightarrow K * t = V * [spKt/v \text{ Στόχος}]$$

$$1.5 = \frac{K * t}{V} \rightarrow 1.5 = \frac{K * t}{42.48}$$

$$\rightarrow K * t = 1.5 * 42,48 = 63,72 \text{ lt}$$

$$K * t = 63,72 \text{ lt}$$

**K**

- Γνωρίζοντας το γινόμενο KxT μπορούμε να υπολογίσουμε το **K** με ένα δεδομένο t (τον χρόνο κάθαρσης που ορίζουμε εμείς)

Μέθοδος

- Βρήκαμε την τιμή του γινομένου K\*t.
- Ορίζουμε τη διάρκεια κάθαρσης t
- Υπολογίζουμε το K, λύνοντας «ως προς K»

$$K * t = \text{"επιθυμητό } K * t\text{"}$$

$$K = \frac{\text{"επιθυμητό } K*t\text{"}}{t}$$

Παράδειγμα

- $K*t = 63720 \text{ ml}$
- Χρόνος που ορίζουμε 240 min

$$63720 = K * t$$

$$K = \frac{63720}{t}$$

$$K = \frac{63720 \text{ ml}}{240 \text{ min}}$$

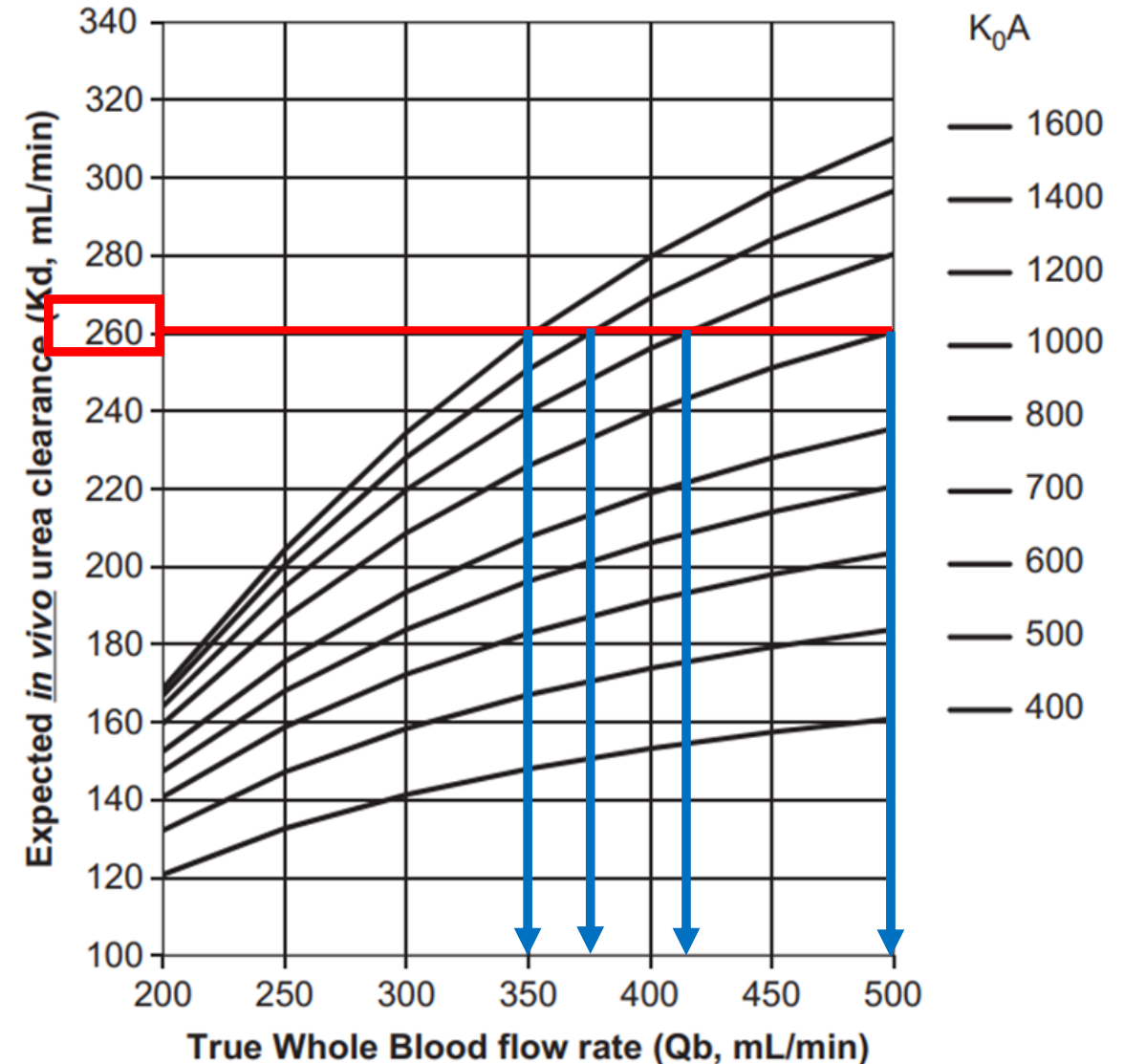
	A	B
1	ΑΝΤΡΕΣ	
2		Κωνσταντίνος
3	Ηλικια (ετη)	22
4	Βαρος (Kg)	71
5	Υψος (cm)	170
6		
7	V It	42,48168
8	t(min)	240
9	{KxT}	63,72252
10	Required K	265,5105
11	QB (ml/min)	
12	KoA	
13		

**K = 265 ml/min**

# Συνταγογράφηση τακτικής αιμοκάθαρσης σε ασθενή . Στόχος το επιθυμητό $spKt/v$

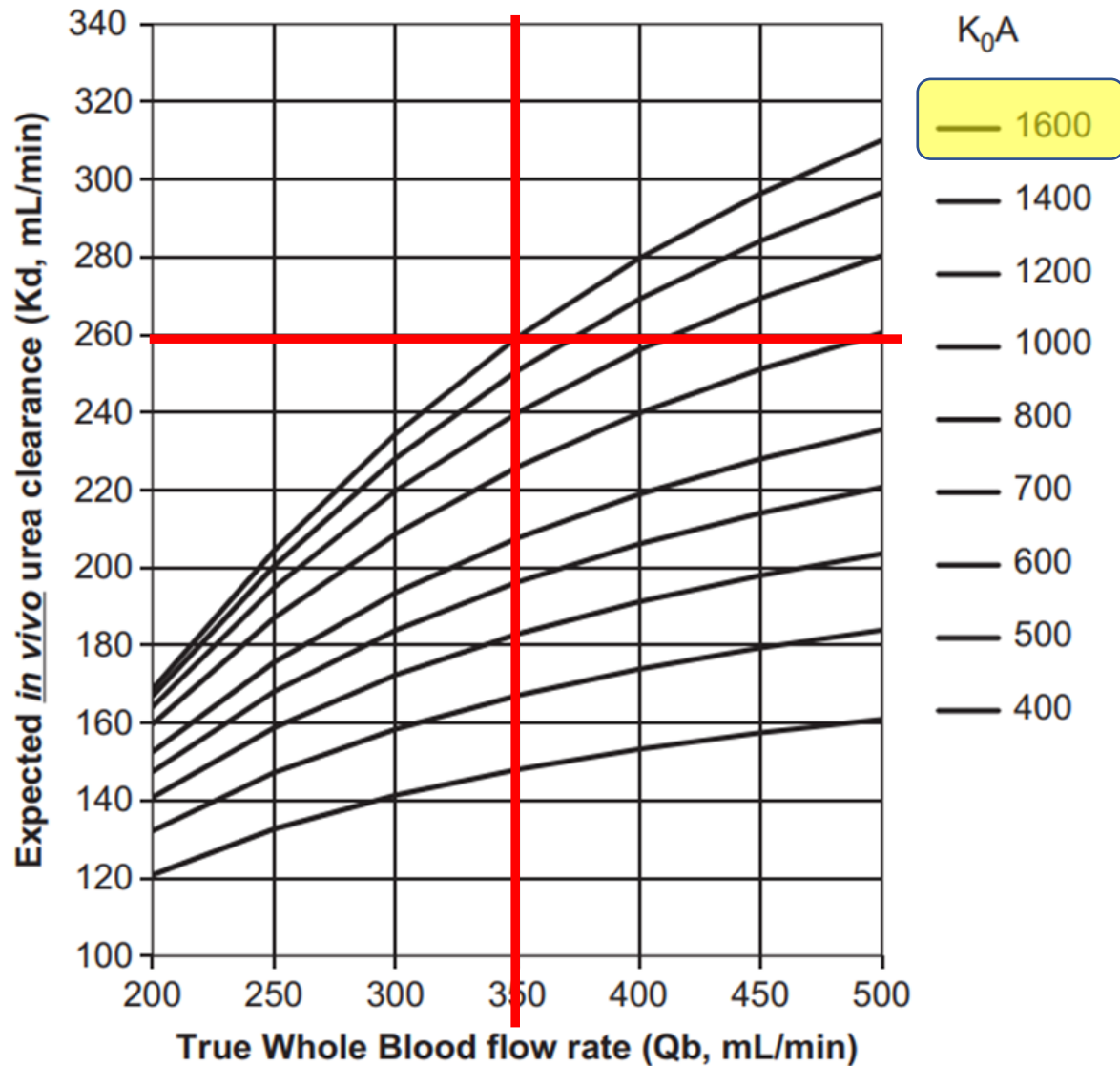
Από το  $K$  , μπορούμε να βρούμε το κατάλληλο φίλτρο για να πέτυχουμε το αποτέλεσμα ( $kt/v$ ) που θέλουμε.

Για να επιτύχουμε το στόχο του  $spKt/v$  1.5 που θέσαμε θα πρέπει το φίλτρο μας να αποδώσει κάθαρση 265ml/min  
Πως επιλέγουμε  $K_0A$ ,  $Q_b$ ,  $Q_d$  ?





# Τελική επιλογή φίλτρου



- Πρακτική προσέγγιση: επιλέγουμε την **μέγιστη ροή αίματος** που μπορεί να επιτευχθεί.
- Στον συγκεκριμένο ασθενή: επιλέγουμε από τον οριζόντιο άξονα την ροή αίματος που έχουμε επιτύχει : 350 ml/min
- Από τον κάθετο άξονα της Κάθαρσης του φίλτρου επιλέγουμε αυτό που υπολογίσαμε: K 260 ml/min
- Αυτά τέμνονται σε ένα  $K_oA$  1600

# Τελικές Οδηγίες στο προσωπικό της ΜΤΝ

## Ασθενής : Κωνσταντίνος

Ξηρό Βάρος	71 Kg
Φίλτρο	Filtrex 20H (έχει KoA 1600)
Ροή αίματος	350 ml/min
Ροή Δ/τος	500 ml/min
Διάρκεια	4 ώρες
Δ/μα Ca	1.5
Δ/μα K	2
Ηπαρίνη, EPO, Vit D	Κλπ κλπ κλπ

# Τι καταφέραμε μετά την διόρθωση της δόσης κάθαρσης?

- **No model given; user input  $K_0A = 1600$**
- Predialysis BUN = 84**
- Postdialysis BUN = 26**
- Blood flow rate (ml/min) = 350**
- Dialysate flow rate (ml/min) = 500**
- Patient gender = male**
- Session length (min) = 240**
- Predialysis weight (kg) = 73.5**
- Postdialysis weight (kg) = 71**
- Residual urea clearance ( $K_{ru}$ , ml/min) = 0**



*Single-pool modeling outputs:*

**Urea reduction ratio (as percent) = 69.05**

**Treatment  $Kt/V = 1.36$**

**PCRn (includes  $K_{ru}$  if entered, g/kg/day) = 1.39**

Fiber Hemodialyzer	
1. Membrane Material	BIOREMA (Polyethersulfone/PET/PVP)
2. Housing Material	Polycarbonate

**HOCN** Dialyzer KoA from in vitro clearances

Calculator -- Dialyzer KoA from in vitro clearances

Dialyzer  (name, model)  
 in vitro Kuf  (ml/hr/mm Hg)  
 TMP (if not entered, will assume TMP = 0)  (mm Hg)

All clearances (Kd) should be in vitro values.  
 Fill out as many boxes as you can  
 from the dialyzer spec sheet.

Qd = 500 ml/min		Qd = 800 ml/min	
Qb	Kd	Qb	Kd
200 ml/min	<input type="text" value="194"/>	200 ml/min	<input type="text"/>
300 ml/min	<input type="text" value="280"/>	300 ml/min	<input type="text"/>
400 ml/min	<input type="text" value="336"/>	400 ml/min	<input type="text"/>
500 ml/min	<input type="text"/>	500 ml/min	<input type="text"/>

Calculate

Dialyzer =

Clearances (Kd) were done at QF = 0 ml/min  
 Kd0 = diffusive clearance (Kd minus convective)

Diffusive Dialyzer K0A						
	QD500			QD800		
Qb	Kd	Kd0	K0A	Kd	Kd0	K0A
200	194	194	1.01e+03	-	-	-
300	280	280	1.42e+03	-	-	-
400	336	336	1.44e+03	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-

22 H	196	284	341	429	195	268	316	392	193	263	303	374	166	207	228	268	119	138	149	166
24 H	198	290	355	442	196	277	330	407	195	266	310	386	172	216	237	280	129	151	159	178
26 H	196	292	359	451	197	279	337	419	196	270	318	398	174	221	244	292	137	158	169	189

## 2<sup>ο</sup> Παράδειγμα. Ίδιος ασθενής , περιορισμός $Q_b$ και $K_oA$



- Έχουμε τον ίδιο ασθενή με  $V = 42480 \text{ ml}$
- Και ένα στόχο  $spKt/v 1.5$  : άρα ένα  $K^*t = 63720 \text{ ml}$
- Η μέγιστη ροή αίματος που μπορούμε να φτάσουμε είναι  $Q_b: 350 \text{ ml/min}$
- Έχουμε στην διάθεση μας φίλτρα με  $K_oA: 600, 800, 1000$ .



# 2<sup>ο</sup> Παράδειγμα. Ίδιος ασθενής , περιορισμός Qb και KoA

- $K \cdot t = 63720 \text{ ml}$
- $Q_b$ : έως 350 ml/min

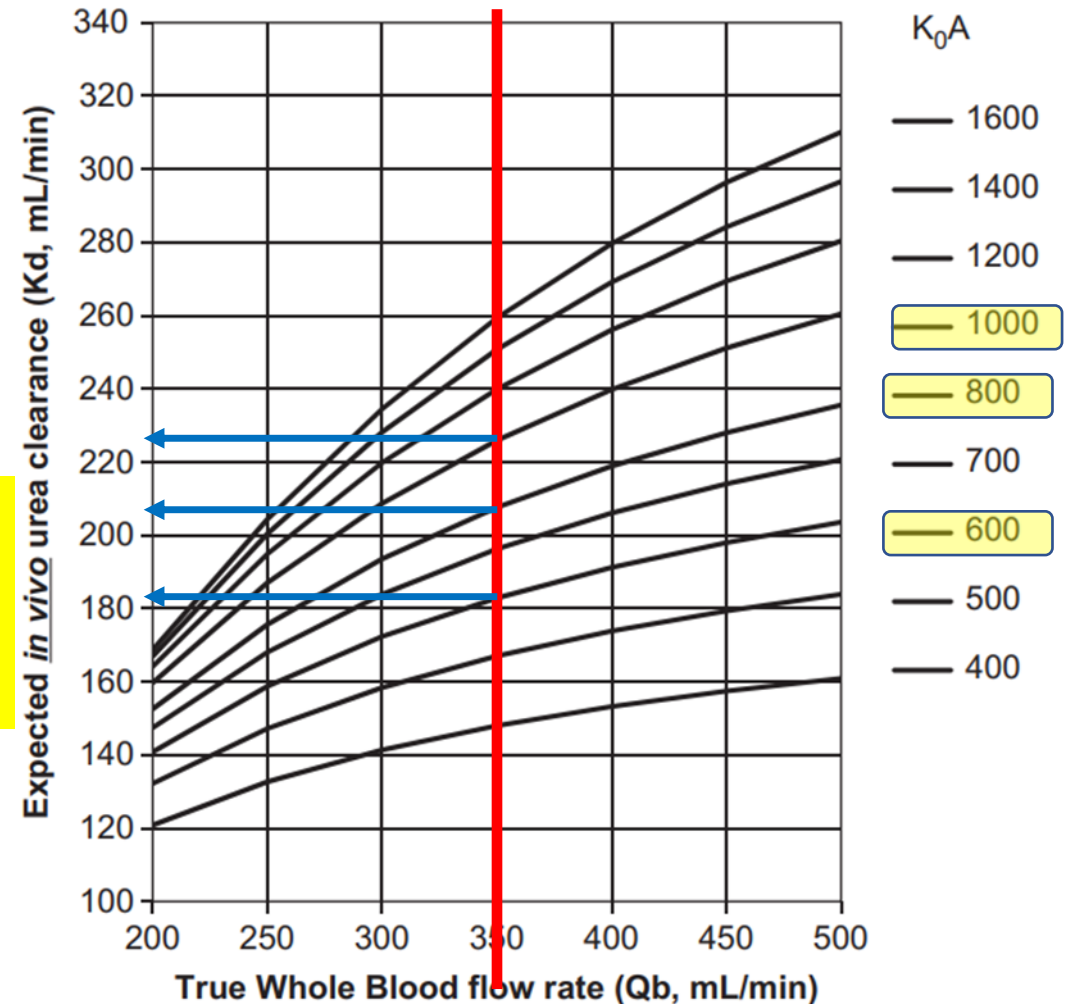
Για να κρατήσουμε το  $K \cdot t$  σταθερό , με το  $K$  μειούμενο (αναγκαστικά εξαιτίας έλλειψης φίλτρων) , θα πρέπει να αυξήσουμε το χρόνο αιμοκάθαρσης

Λυνουμε ως προς  $t$  :

- $t = 63720 / K$
- Με  $K_{oA}$ : 1000 (και  $K$  225 ml/min)
  - $63720 / 225 = 283$  λεπτά (4,7 ώρες)
- Με  $K_{oA}$ : 800 (και  $K$  205 ml/min)
  - $63720 / 205 = 310$  λεπτά (5.1 ώρες)
- Με  $K_{oA}$  : 600 (και  $K$  180 ml/min)
  - $63720 / 180 = 354$  λεπτά ( 6 ώρες)

Αυτές είναι οι επιλογές μας, αν θέλουμε να κρατήσουμε στο ασθενή αυτό το  $srKt/v$ : 1.5

Αν είχαμε φίλτρο με 1600  $K_{oA}$  ( $K$  260 ml/min):  
 $63720 / 260 = 4$  ώρες!!



# 3<sup>ο</sup> Παράδειγμα

- Άντρας, 61 ετών
- Αίτιο ΧΝΝ: Διαβητική Νεφροπάθεια
- ΑΥ
- ΣΔ
- Νεφρογενής Αναιμία
- Δευτεροπαθής Υπερπαραθυρεοειδισμός
- ΔΛΔ

# 3<sup>ο</sup> Παράδειγμα Στοιχεία Αιμοκάθαρσης

## Στοιχεία Κάθαρσης:

- Κλασσική αιμοκάθαρση
- Διάρκεια 4 ωρών
- Φίλτρο low -flux polyethersulfone 2.4 m<sup>2</sup> (Kuf 25 ml/h/mmHg)
- ΞΒ 87 kg
- 3/εβδομαδα
- Ροη αίματος 300 ml/min / Ροη δ/τος 500 ml/min
- Δ/μα Ca 1.25 , Κ2, διττανθρακικά

## Αγγειακή Προσπέλαση:

22/11/2020 Προσωρινός CVC ΔΕ

σφαγίτιδα

4/12/2020 αυτόλογη βραχιονο-κεφαλική  
επικοινωνία αριστερά, με παροχή 600  
ml/min

27/01/2021 πρώτη παρακέντηση  
φίστουλας

Φεβρ 2021 θρόμβωση ΑΦ επικοινωνίας

**Φεβρ 2021 : τοποθέτηση CVC με  
υποδόριο τούνελ ΔΕ σφαγίτιδα**



# Τεστ κάθαρσης

## CALCULATORS AND MODELING AIDS

What is the Kt/V, PCRn, and V (single and double-pool)?

Enter Patient Data. All blanks must be filled in!

Patient ID Number  
 Dialysis schedule and blood sampling day of week :  
 3/week(M or T) ||  3/week(W or Th) ||  3/week(F or Sa)  
 2/week(after long interval) ||  2/week(before long interval)  
 Pre-dialysis weight  
 Post-dialysis weight  Kilograms  Lbs  
 Height  inches ||  cm ||  
 Age  Male  Female  
 Residual urea clearance (ml/min)

Enter Treatment Data

Pre BUN  
 Post BUN ||  mg/dl ||  mmol/liter  
 Postdialysis blood sample :  
 no slow flow ||  15-20 sec slow flow ||  2 min slow flow ||  
 Vascular access (arterial, venous) :  
 A-V ||  V-V ||  
 Session length (minutes)  
 Blood flow rate  
 Dialysate flow rate :  
 500 ||  600 ||  800 ||  
 Dialyzer KoA (ml/min)

**Height in cm = 185**

**Dialyzer model =**

**No model given; user input K0A = 1600**

**Predialysis BUN = 75 ( 160 mg Urea)**

**Postdialysis BUN = 24 (51 mg Urea)**

**Blood flow rate (ml/min) = 300**

**Dialysate flow rate (ml/min) = 500**

**Patient gender = male**

**Session length (min) = 240**

**Predialysis weight (kg) = 90.5**

**Postdialysis weight (kg) = 87**

**Residual urea clearance (Kru, ml/min) = 0**



*Single-pool modeling outputs:*

**Urea reduction ratio (as percent) = 68**

**Treatment Kt/V = 1.39**

**PCRn (includes Kru if entered, g/kg/day) = 1.31**

# Παρακολούθηση Kt/v

Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Απρίλιος	Απριλιος
1.39	1.41	1.35	1.4	1.1	1.13

ID =

Height in cm = 185

Dialyzer model =

No model given; user input K0A = 1600

Predialysis BUN = 77

Postdialysis BUN = 31

Blood flow rate (ml/min) = 300

Dialysate flow rate (ml/min) = 500

Patient gender = male

Session length (min) = 240

Predialysis weight (kg) = 91

Postdialysis weight (kg) = 87

Residual urea clearance (Kru, ml/min) = 0



*Single-pool modeling outputs:*

Urea reduction ratio (as percent) = 59.74

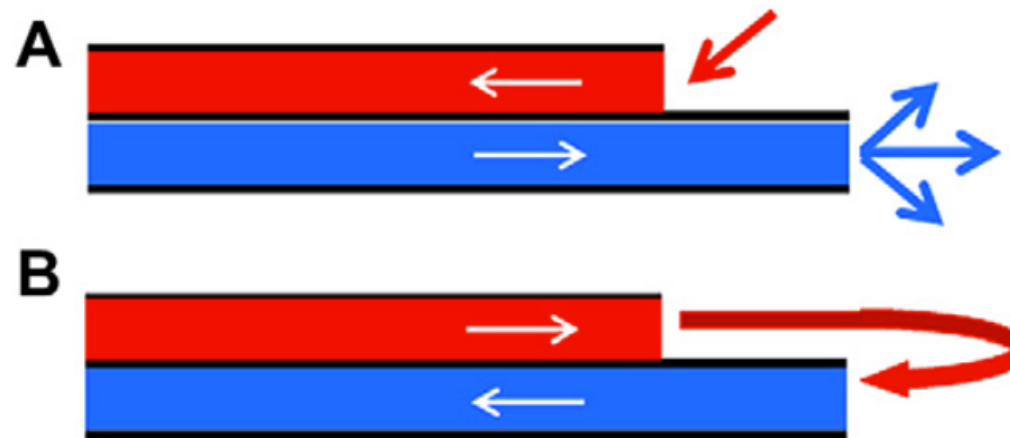
**Treatment Kt/V = 1.11**

PCRn (includes Kru if entered, g/kg/day) = 1.18

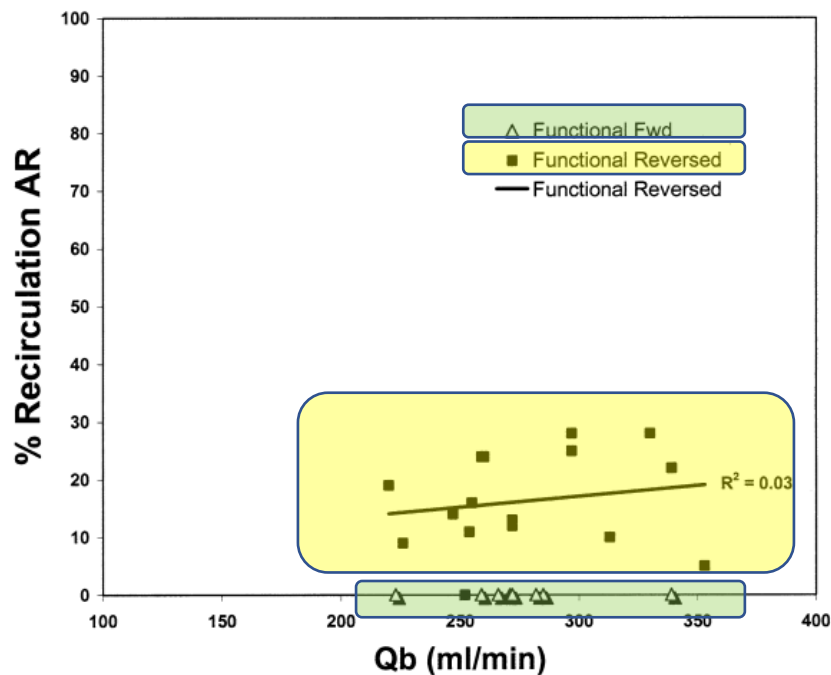


# Η αιτία της μείωσης του Kt/v

Για κάποιο απροσδιόριστο λόγο, έγινε αναστροφή στη σύνδεση των σκελών του καθετήρα



Blood Pump Speed (Qb) and Recirculation in Functional Catheters

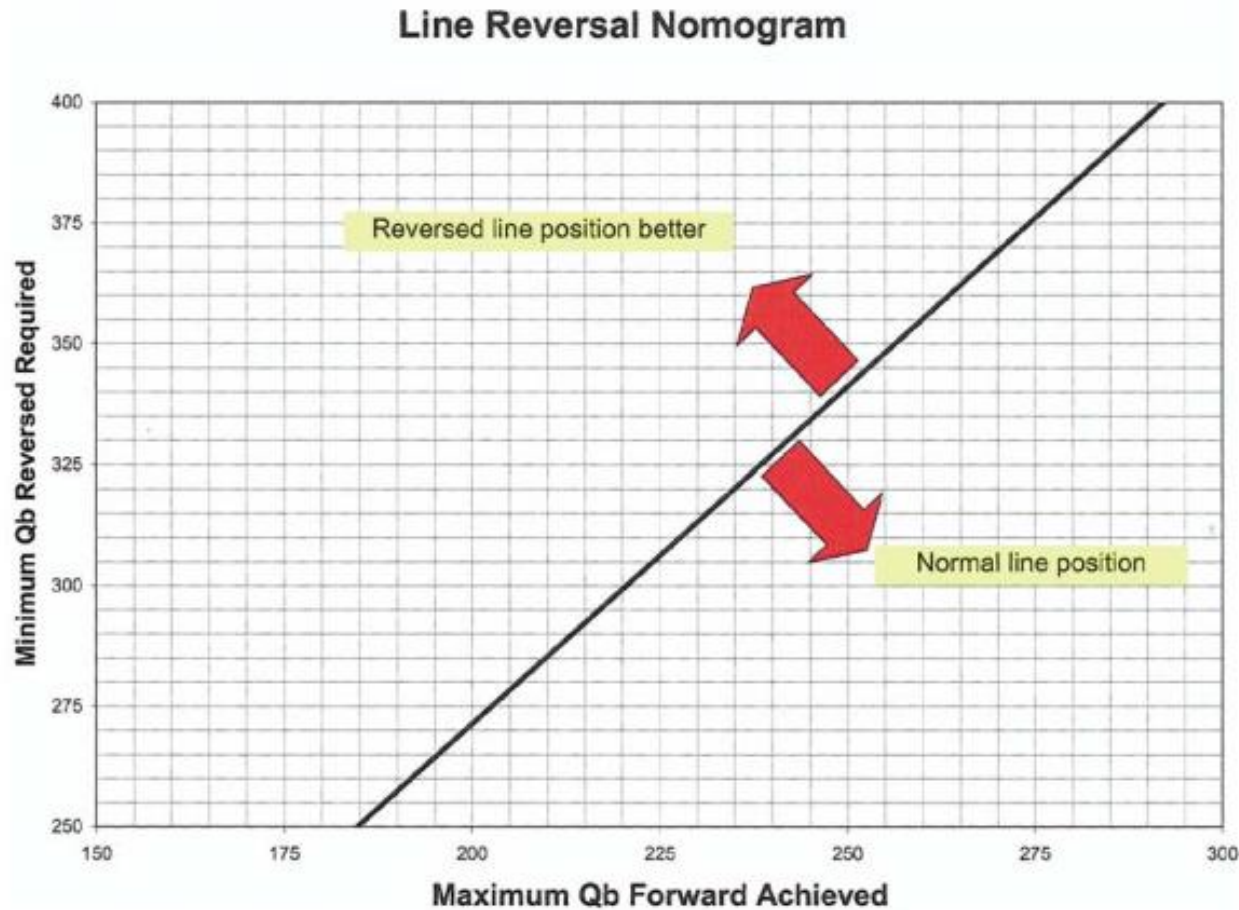


## Urea Clearance in Dysfunctional Catheters Is Improved by Reversing the Line Position Despite Increased Access Recirculation

Rachel C. Carson, MD, Mercedeh Kiaii, MD, and Jennifer M. MacRae, MD

Fig 1. There is no increase in AR at increasing pump speeds for functional HD catheters in normal or reversed positions ( $R^2 = 0.003$ ). Average recirculation for functional HD catheters is much greater when catheters are in reversed ( $15\% \pm 13\%$ ) compared with normal positions ( $0\%$ ;  $P = 0.01$ ).

# Αναστροφή σύνδεσης σκελών καθετήρα: Είναι μια πρακτική σε δυσλειτουργικούς καθετήρες



- Μπορεί να γίνει σε δυσλειτουργικούς καθετήρες
- Πρέπει να συνοδεύεται από αύξηση της ροής του αίματος (πχ από 300 σε 400 ml/min)
- Η αναστροφή αυξάνει την επανακυκλοφορία, και η αύξηση της ροής αίματος αυξάνει το K

**Fig 4.** The nomogram for dysfunctional catheters determines the minimum pump speed required in the reversed position for an equivalent K in the normal tubing position.

# Η επαλήθευση

Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Απρίλιος	Απρίλιος	Μάιος
1.39	1.41	1.35	1.4	1.1	1.13	1.4

- Σημαντική η μηνιαία παρακολούθηση της κάθαρσης
- Σημαντική η σωστή εκπαίδευση του προσωπικού
- Σημαντικό ο έλεγχος σε κάθε συνεδρία των ασθενών μας
- Σημαντική η διερεύνηση κάθε απόκλισης των αποτελεσμάτων από την παρακολούθηση της κάθαρσης

# Κάντε μια προετοιμασία πριν δώσετε οδηγίες...

- Φύλο, Ηλικία, Ύψος, Βάρος
- ΞΒ
- Ουρία πριν , ουρία μετά (διαδικασία καταγεγραμμένη , πάντα ίδια)
- Νομογραμμα
- Χαρακτηριστικά φίλτρου (ζητάτε να σας κρατάνε τα «χαρτάκια»)
- 5-7 λεπτά για τον ασθενή
- Φτιάξτε ένα excel ή χρησιμοποιήστε online calculators
  - Google : Single-pool and double-pool patient kinetics
  - [www.hdcn.com/dzer.htm](http://www.hdcn.com/dzer.htm)

# Μηνύματα για το σπίτι

- Να θυμάστε ότι το Kt/v είναι ένας μόνο δείκτης επάρκειας και όχι δείκτης βέλτιστης κάθαρσης.
- Μην δίνουμε οδηγίες αυθαίρετες. Αφιερώστε 5-7 λεπτά για να σχεδιάσετε την κάθαρση του ασθενούς σας.
- Χρησιμοποιώντας απλές αρχές της κινητικής της ουρίας, μπορούμε να συνταγογραφήσουμε τους επιθυμητούς στόχους επάρκειας κάθαρσης
- Είναι υποχρέωση μας να συνταγογραφήσουμε την κάθαρση και να ελέγχουμε την επάρκεια της





Expectation

VS

Reality

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!

