



19-21 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024  
ΜΕΓΑΡΟ ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΣΥΝΕΔΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ  
ΑΘΗΝΑ



## **ΕΠΑΡΚΕΙΑ-ΠΟΙΟΤΗΤΑ της ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ**

**Κωνσταντίνος Αδαμίδης**  
Νεφρολόγος MD, MSc, PhD  
Επιστημονικός υπεύθυνος ΜΧΑ Bionephros

# Ουραιμικές τοξίνες – ουραιμικό σύνδρομο

	Ουραιμικές τοξίνες μικρού μεγέθους υδατοδιαλυτές	Ουραιμικές τοξίνες μεσαίου και μεγάλου μεγέθους		Συνδεδεμένες με τα λευκώματα
		Μεσαίου μεγέθους	Μεγάλου μεγέθους	
<b>MB</b>	MB<500	MB: 500-15000	MB: 15000-60000	P-cresol sulfate
	Ουρία			
	Κρεατινίνη	PTH	Λεπτίνη	Indoleacetic
	Φώσφορος	Ενδοθηλίνη	Ιντερλευκίνη-6	Indoxylsulfate
	Ουρικό οξύ	B2-μικροσφαιρίνη	Ελαφρές αλυσιοι κ	Pendosidine
	Οξαλικά		Ελαφρές αλυσιοι λ	Neuropeptide
ADMA		Hepsidin		
		TNFa		

# Επάρκεια της Αιμοκάθαρσης – Δείκτες Επάρκειας

## Δείκτες Επάρκειας

Απουσία ουραιμικής συμπτωματολογίας  
(De Palma et al. NEJM 1971)

Ουρία και Φωσφόρος ορού

$$URR = \left( \frac{\text{Urea προ} - \text{Urea μετα}}{U \text{ προ}} \right) \geq 70\%$$

$$sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4 \ \& \ e \frac{Kt}{V} \geq 1,2$$

## Παρατηρήσεις

Η δόση της ΑΜΚ που απαιτείται για την ύφεση της ουραιμικής συμπτωματολογίας είναι κατά πολύ μικρότερη από αυτή που απαιτείται για την παράταση της επιβίωσης

Εξάρτηση από:

- Πρόσληψη πρωτεΐνης
- Μεταβολική κατάσταση του ασθενή
- Υπολειμματική νεφρική λειτουργία.

Δεν είναι χρήσιμος στο σχεδιασμό της ΑΜΚ και στις παρεμβάσεις – τροποποιήσεις των παραμέτρων

- Χρήσιμος στον σχεδιασμό της συνεδρίας
- Επιτρέπει την αξιολόγηση της επάρκειας
- Επιτρέπει τροποποιήσεις - παρεμβάσεις

# Επεξηγήσεις...

Ο όγκος του νερού που καθαρίστηκε στο συγκεκριμένο χρόνο

$$\frac{Kt}{V} \geq 1,4 \rightarrow \text{Καθαρση του Φιλτρου} \left( \frac{\text{ml}}{\text{min}} \right) \times \text{Χρονος} (\text{min}) \geq 1,4$$

Όγκος κατανομής ουρίας (mL)

Ο όγκος κατανομής της ουρίας στο συγκεκριμένο ασθενή

Πόσες φορές καθαρίστηκε ο όγκος κατανομής της ουρίας του ασθενή κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης συνεδρίας

# Στόχος spKt/V

---



National  
Kidney  
Foundation®

KDOQI®  
Kidney Disease  
Outcomes Quality Initiative

**KDOQI CLINICAL PRACTICE GUIDELINE FOR  
HEMODIALYSIS ADEQUACY: 2015 UPDATE**

## **Guideline 3: Measurement of Dialysis—Urea Kinetics**

3.1 We recommend a **target single pool Kt/V (spKt/V) of 1.4** per hemodialysis session for patients treated thrice weekly, with a **minimum delivered spKt/V of 1.2. (1B)**

# Εκτίμηση της επάρκειας της ΑΜΚ

---

## 1. Σχεδιασμός της συνεδρίας

### Εκτίμηση του ασθενή

- Φύλο, Σωματικό Βάρος, Όγκος (**V**)
- Αγγειακή προσπέλαση
- Συννοσηρότητες

### Επιλογή του φίλτρου (**K**)

- Μέγεθος (επιφάνεια)
- Απόδοση ( $KoA$ )
- Υδραυλική Διαβατότητα ( $Kuf$ )

### Υπολογισμός της διάρκειας (**t**)

## 2. Μέτρηση της επάρκειας μετά την ολοκλήρωση της συνεδρίας– επαλήθευση

# Παράδειγμα

---



**Ασθενής 60 ετών**

- **70kg**
- **Χωρίς περιφερικά οιδήματα**
- **Υπολογιζόμενος  $V= 42\text{Lt}$**
- **ΑΠ: 150/80**
- **Ουρία 200mg/dL (BUN: 92mg/dL)**
- **Κερκιδοκεφαλική AVF (παροχή = 700ml/min)**

# Σχεδιάζοντας την Αιμοκάθαρση...

---

Υπολογισμός της κάθαρσης που πρέπει να παρέχουμε...

$$sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4 \rightarrow Kt \geq 1,4 \times 42Lt \rightarrow Kt \geq \underline{58.8Lt}$$



# Σχεδιάζοντας την Αιμοκάθαρση...

---

Κλασσική HD με διττανθρακικά

1) Διαλέγουμε το φίλτρο και υπολογίζουμε τον χρόνο

$$sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4 \rightarrow Kt \geq 1,4 \times V \rightarrow t \geq \frac{1,4 \times V}{K}$$

2) Καθορίζουμε τον χρόνο και αναζητούμε το φίλτρο

$$sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4 \rightarrow Kt \geq 1,4 \times V \rightarrow K \geq \frac{1,4 \times V}{t}$$

# Σχεδιάζοντας την Αιμοκάθαρση...

Κλασσική HD με διττανθρακικά

1) Διαλέγουμε το φίλτρο και υπολογίζουμε τον χρόνο

$$sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4 \rightarrow Kt \geq 58.8Lt \rightarrow t \geq \frac{58800 \text{ mL}}{240 \text{ ml/min}} = 245 \text{ min}$$

- Low flux 2,2m<sup>2</sup>
- KoA 1200, K= 240ml/min
- Qb = 350ml/min,  
Qd=500ml/min



# Σχεδιάζοντας την Αιμοκάθαρση...

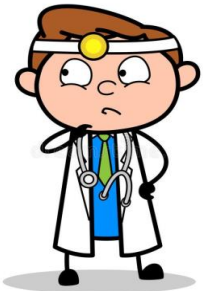
---

Κλασσική HD με διττανθρακικά

2) Καθορίζουμε τον χρόνο και αναζητούμε το φίλτρο

$$sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4 \rightarrow Kt \geq 58.8Lt \rightarrow K \geq \frac{58800 \text{ mL}}{240 \text{ min}} = 245 \text{ ml/min}$$

t=4h



# Dialyzer Technical Specifications

Model		HD14L	HD16L	HD18L	HD20L	HD150H	HD180H	HD200H
Ultrafiltration coefficient KUF (ml/h·mmHg)		11	16	17	18	47	49	52
Surface are (m <sup>2</sup> )		1,4	1,6	1,8	2,0	1,5	1,8	2,0
Membrane material		Polyethersulfone (PES)						
Housing material		Polycarbonate (PC)						
Potting compound		Polyurethane (PU)						
Sterilization		Gamma Rays						
Wall thickness (μ)		40						
Inner diameter (μ)		200						
Maximum TMP(kPa/mmHg)		66.5 / 500						
KoA(ml/min)		619	670	781	911	1027	1190	1487
Clearances (ml/min) Q <sub>B</sub> /Q <sub>D</sub> (ml/min)								
Urea	200/500	180	183	188	192	190	193	195
	300/500	216	220	226	230	264	272	282
	400/500	252	256	263	268	306	317	333
Creatinine	200/500	170	175	180	183	186	188	192
	300/500	204	210	216	219	241	248	260
	400/500	221	227	234	237	269	279	300
Phosphate	200/500	160	163	167	172	183	186	189
	300/500	176	195	200	190	232	240	256
	400/500	208	253	217	223	256	267	289
Vitamine B <sub>12</sub>	200/500	80	91	102	113	152	157	160
	300/500	88	100	112	124	176	186	203
	400/500	94	105	122	129	196	206	232
Inulin	200/500	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	109	126	127
	300/500	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	121	142	145
	400/500	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	128	148	149
Blood flow range (ml/min)		200-400						
Dialysate flow range (ml/min)		500-800						
Priming volume (ml)		90	105	118	130	105	120	136
Sieving coefficients	β <sub>2</sub> -microglobulin	0,85						
	Inulin	1						
	Myoglobin	0,35						
	Albumin	≤0.01						

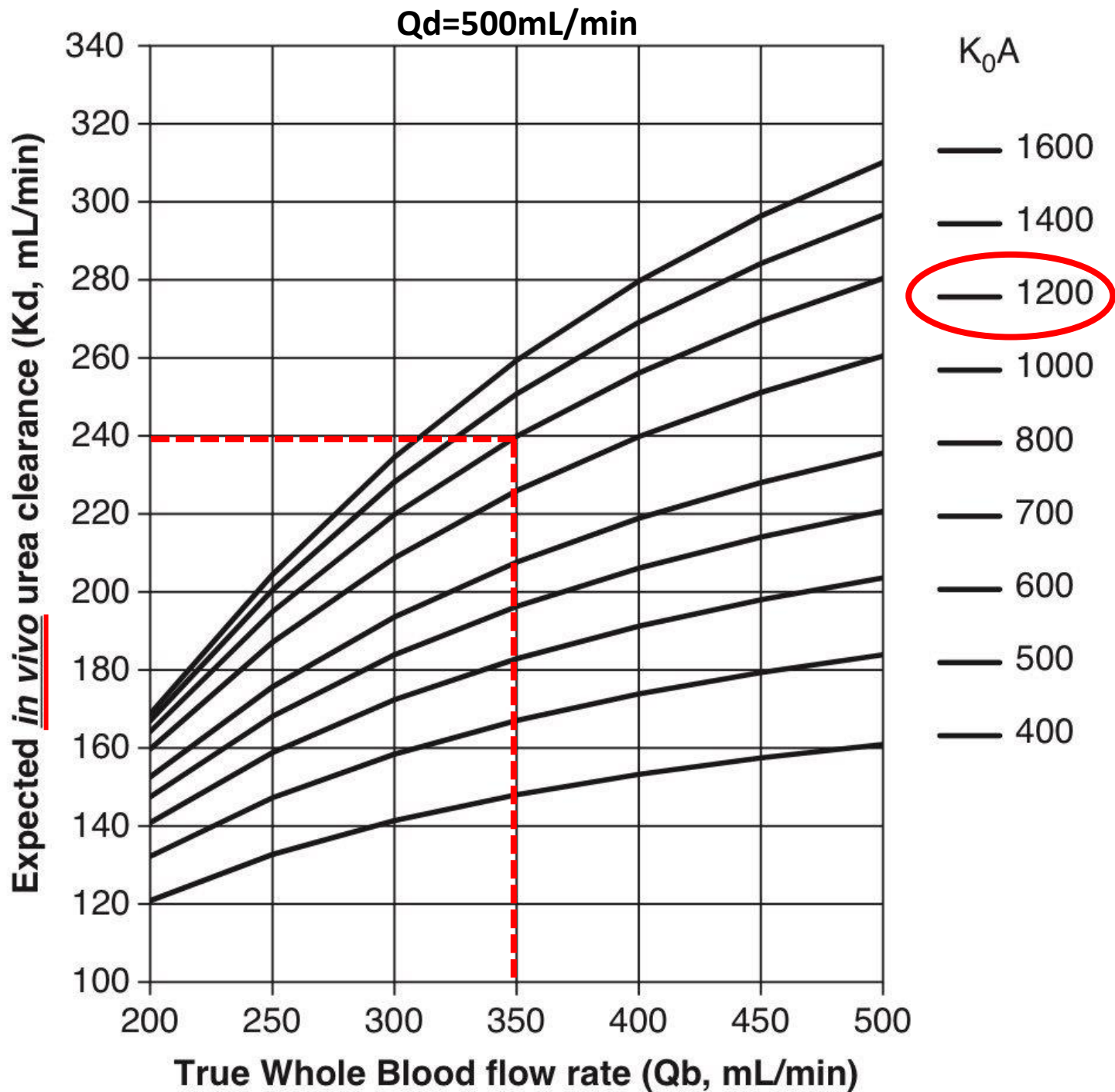
Στην αναζήτηση του «κατάλληλου» φίλτρου...

---

**Θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι:**

**In Vivo Clearance<sub>d</sub> < In Vitro Clearance<sub>d</sub>**

**Περίπου κατά 20%, για Qb≈300-350mL/min**



# Ο ασθενής μας...

---

Κλασσική HD με διττανθρακικά

$$\text{Στόχος } sp \frac{Kt}{V} \geq 1,4$$

Υπερδιήθηση UF = 2Lt

Υπολογιζόμενος V= 42Lt

Φίλτρο

- Υψηλής απόδοσης ( $K_{oA}$ )= 1200ml/min,  $K=240\text{ml/min}$
- Χαμηλής διαπερατότητας ( $K_{uf}$ ) (**Low flux**) 2,2m<sup>2</sup>

$Q_b = 350\text{ml/min}$ ,  $Q_d=500\text{ml/min}$

t= 240min

# Μέτρηση της επάρκειας - Επαλήθευση

Ουρία μετά: 60mg/dL 

$$sp \frac{Kt}{V} = -\ln(R - 0.008 \times t) + (4 - 3.5 \times R) \times 0.55 \frac{UF}{V}$$

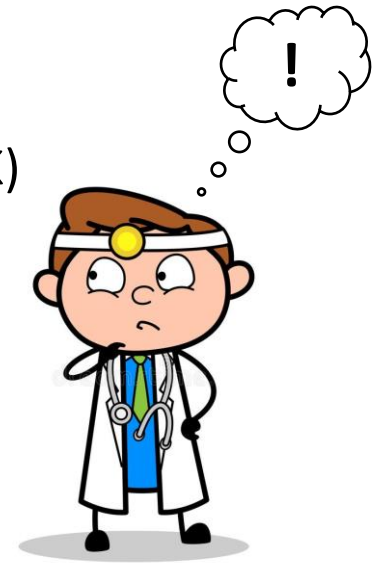
$$R = \frac{\text{Urea μετα}}{\text{Urea προ}}$$

$$V = 42\text{Lt}$$

$$V = 0.55 W \text{ (} W=70\text{kg το σωματικό βάρος μετά την AMK)}$$

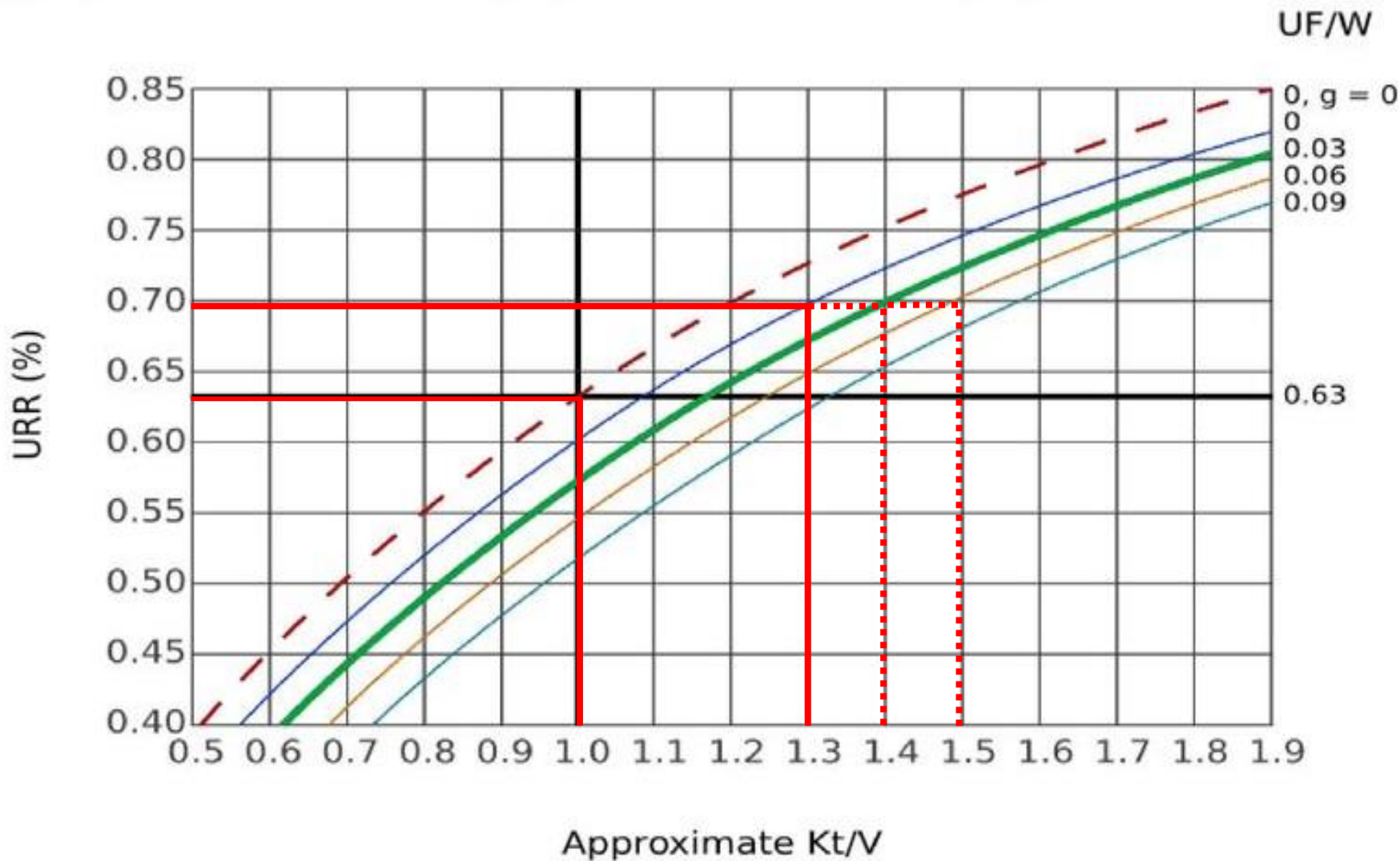
$$UF = 2\text{Lt}$$

$$sp \frac{Kt}{V} = \underline{1,38}$$





# Σχέση $Kt/V$ & URR, συνυπολογίζοντας την UF



# Υπολογιστικά προγράμματα αξιολόγησης επάρκειας

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

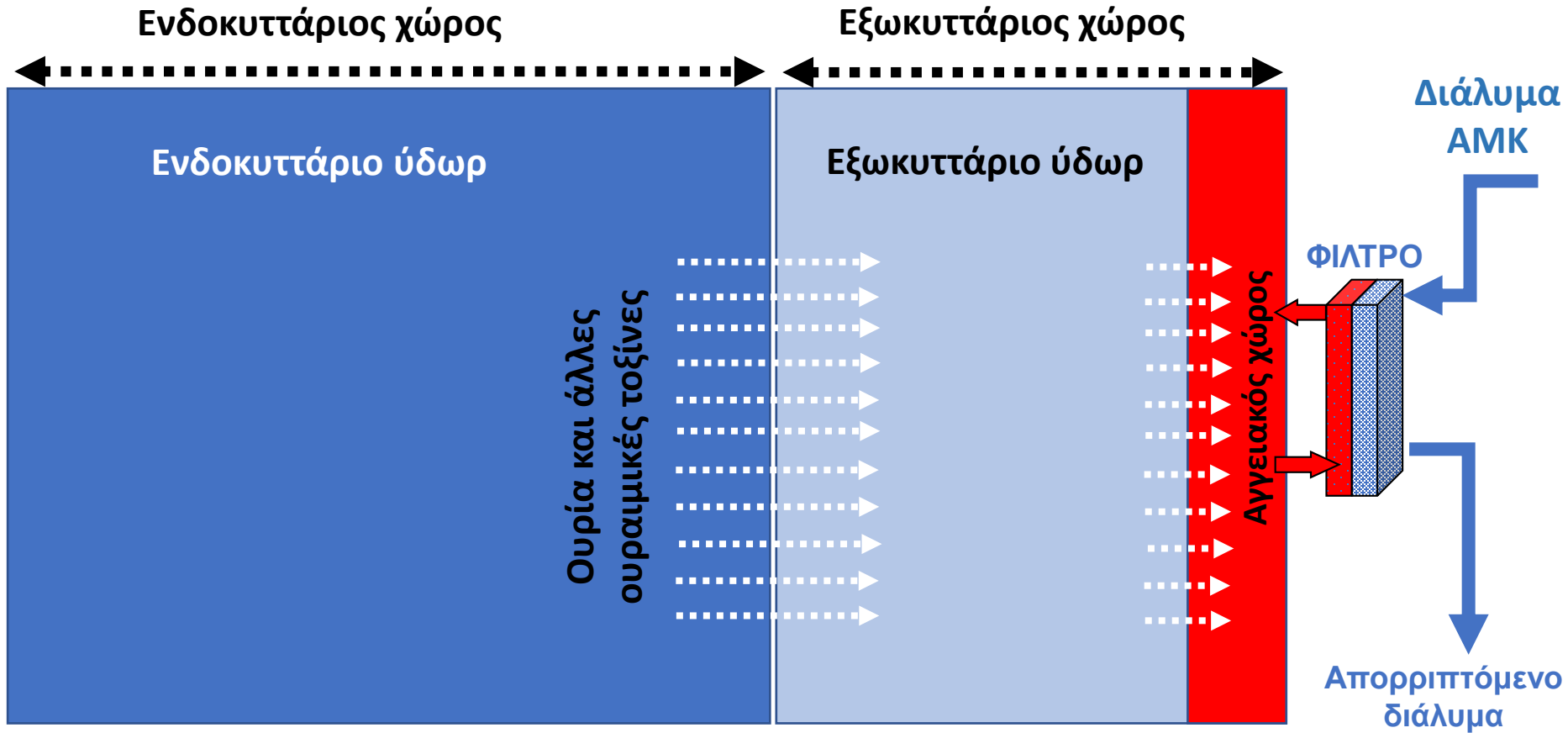
Dialysate flow rate :

- 500 ||  600 ||  800 ||

Dialyzer KoA (ml/min)

- URR=69,5%
- $spKt/V = 1,38$  ←
- $Kd = 239\text{ml/min}$
- TAC urea = 64mg/dL (BUN)
- $eKt/V = 1,21$  ←

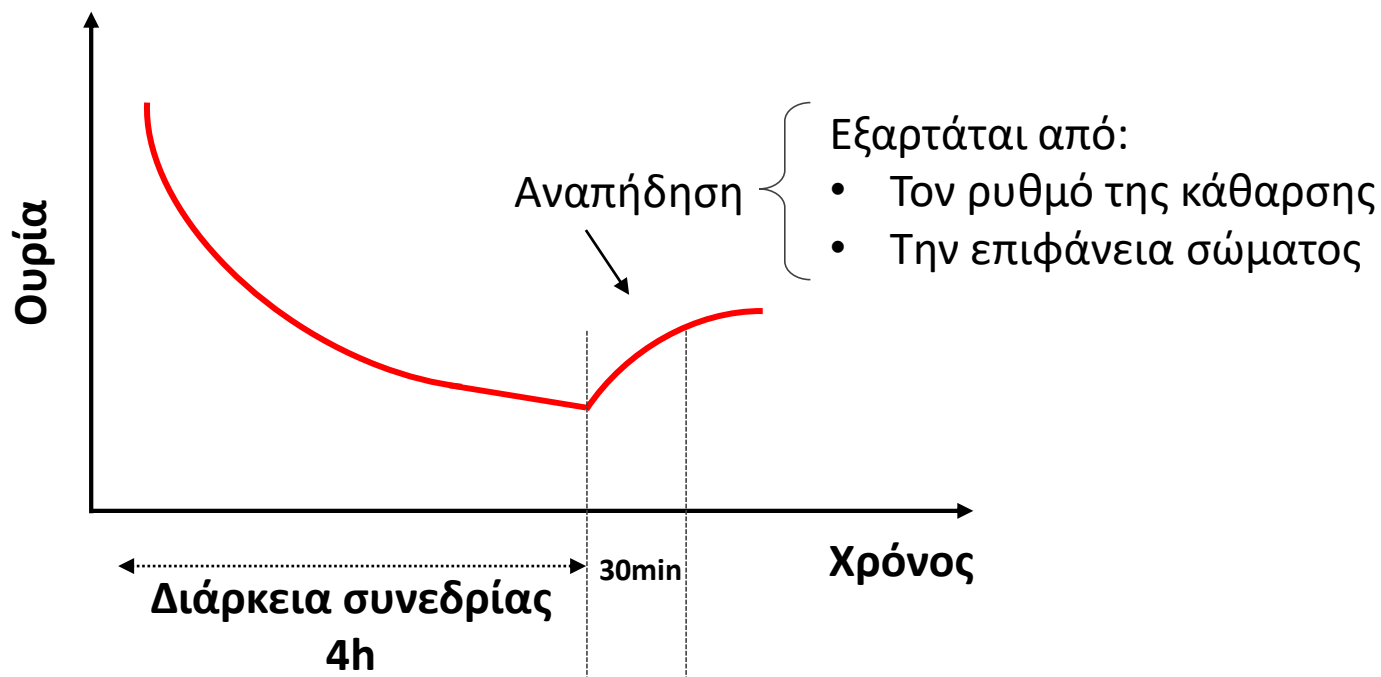
# Διαμερίσματα του σώματος



# Αναπήδηση της ουρίας (Urea rebound)

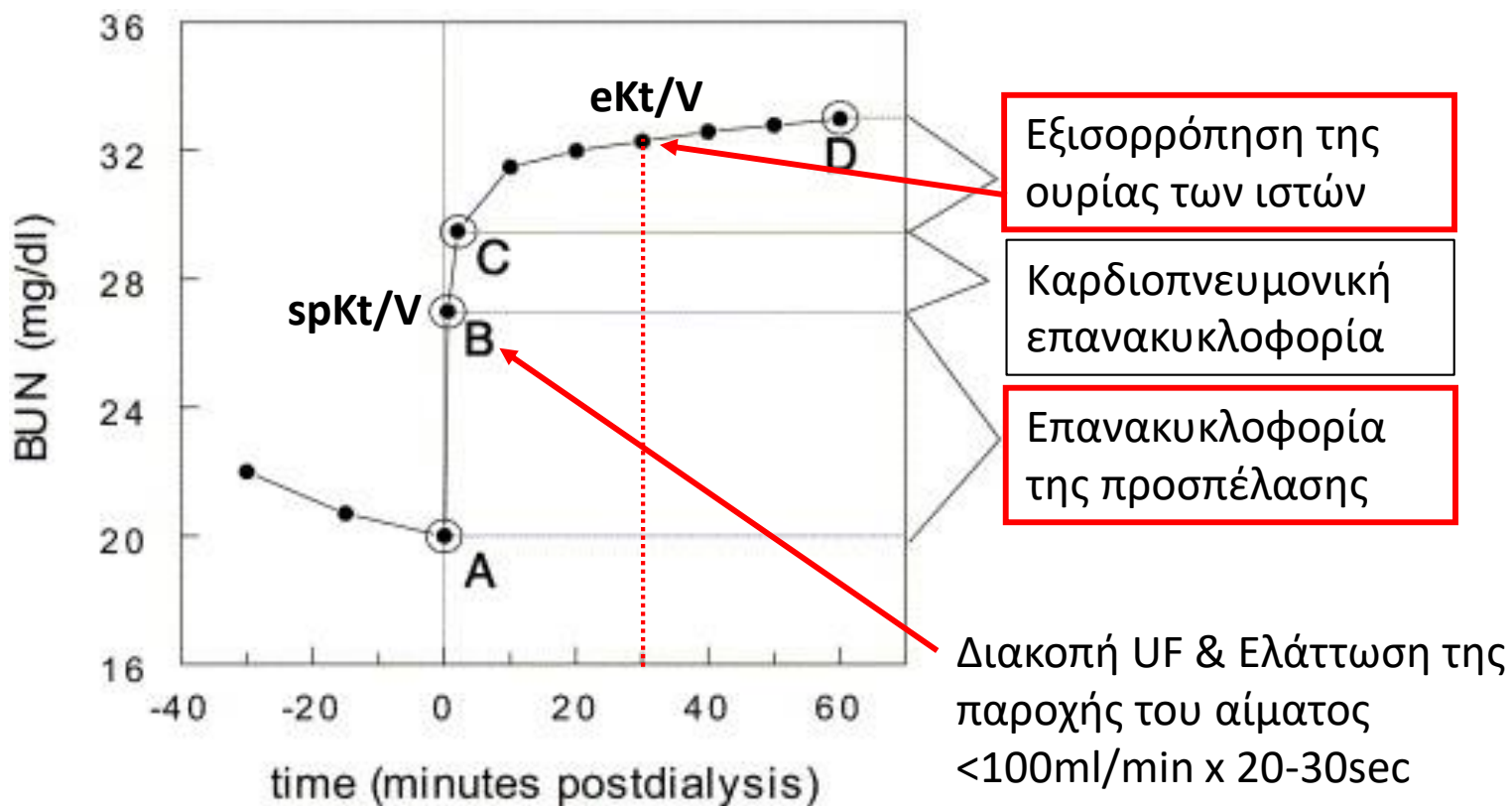
## Θεωρία της διπλής δεξαμενής

Εξισορρόπηση της ουρίας μεταξύ των ιστών και του εξωκυττάριου χώρου



# Τέλος συνεδρίας - Αιμοληψία

Λήψη της ουρίας στο τέλος της AMK



# Εξισορροπημένο eKt/V

---

Γενικά ισχύει ότι:

$$e \frac{Kt}{V} = sp \frac{Kt}{V} - 0,2 sp \frac{Kt}{V}$$

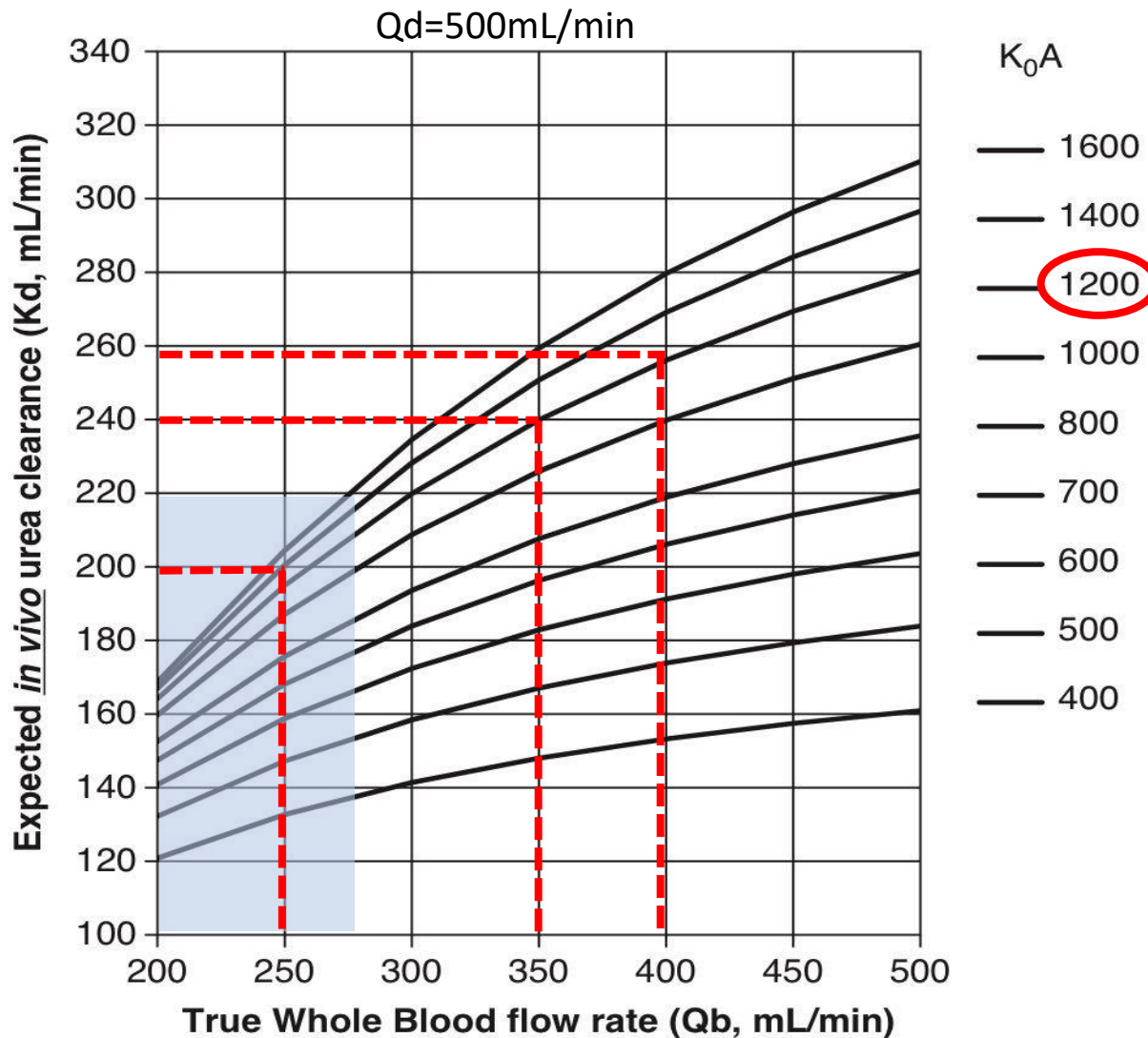
Έτσι:

**European Best Practice Guidelines Expert Group on Hemodialysis.**  
Section II. Hemodialysis adequacy (2001)

Guideline II.1.3

A. Based on the available evidence the minimum prescribed HD dose per session for a thrice-weekly schedule should be:  
**urea eKt/V ≥ 1.20 (sp Kt/V ~ 1.4).** (*Evidence level: B*)

# Η επίδραση του $Q_b$ στην κάθαρση (Ιδιο φίλτρο – υψηλότερη $Q_b$ )



Στις χαμηλές  $Q_b$   
αμβλύνονται οι  
διαφορές της  $K_d$   
των φίλτρων

# Αίτια μειωμένης απόδοσης της ΑΜΚ

Επανελέγχος όλων των παραμέτρων της συνεδρίας  $Sp \frac{Kt}{V}$

Χρόνος (t)	<b>Ελάττωση του δραστικού χρόνου ΑΜΚ</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Συχνοί συναγερμοί</li><li><input type="checkbox"/> Διακοπές της αντλίας</li><li><input type="checkbox"/> Υποτασικά επεισόδια</li></ul>
Κάθαρση φίλτρου (K)	<b>Εσφαλμένη επιλογή φίλτρου</b>
	<b>Δυσλειτουργία της αγγειακής προσπέλασης</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Μειωμένη πραγματική παροχή <math>Q_b</math> σε σχέση με τη ρύθμιση</li><li><input type="checkbox"/> Επανακυκλοφορία</li></ul>
Όγκος (V)	<b>Εσφαλμένη εκτίμηση του όγκου κατανομής της ουρίας</b>



# Υπολειπόμενη νεφρική κάθαρση ουρίας

---



National  
Kidney  
Foundation®

KDOQI®  
Kidney Disease  
Outcomes Quality Initiative

KDOQI CLINICAL PRACTICE GUIDELINE FOR  
HEMODIALYSIS ADEQUACY: 2015 UPDATE

## Guideline 3: Measurement of Dialysis—Urea Kinetics

3.2 In patients with **significant residual native kidney function ( $K_{ru}$ )**, the dose of hemodialysis may be reduced provided  $K_{ru}$  is measured periodically to avoid inadequate dialysis. *(Not Graded)*

3.3 For hemodialysis **schedules other than thrice weekly**, we suggest a target **standard  $Kt/V$**  of 2.3 volumes per week with a **minimum delivered dose of 2.1** using a method of calculation that includes the contributions of ultrafiltration and residual kidney function. *(Not Graded)*

# Υπολειπόμενη νεφρική κάθαρση ουρίας ( $K_{ru}$ )

---

## Υπολογισμός $K_{ru}$

$$K_{ru} = \frac{U_{Urea}}{TAC_{Urea}} \times \frac{V(mL)}{2640min} \quad (\text{Σε συλλογή ούρων 44h})$$

**$K_{ru}$ :** Υπολειπόμενη νεφρική κάθαρση ουρίας

**$U_{urea}$ :** Ουρία ούρων

**TAC:** μέση τιμή ουρίας αίματος, στο διάστημα της συλλογής των ούρων

**V:** όγκος ούρων (mL)

# Υπολειπόμενη νεφρική κάθαρση ουρίας (Kru)

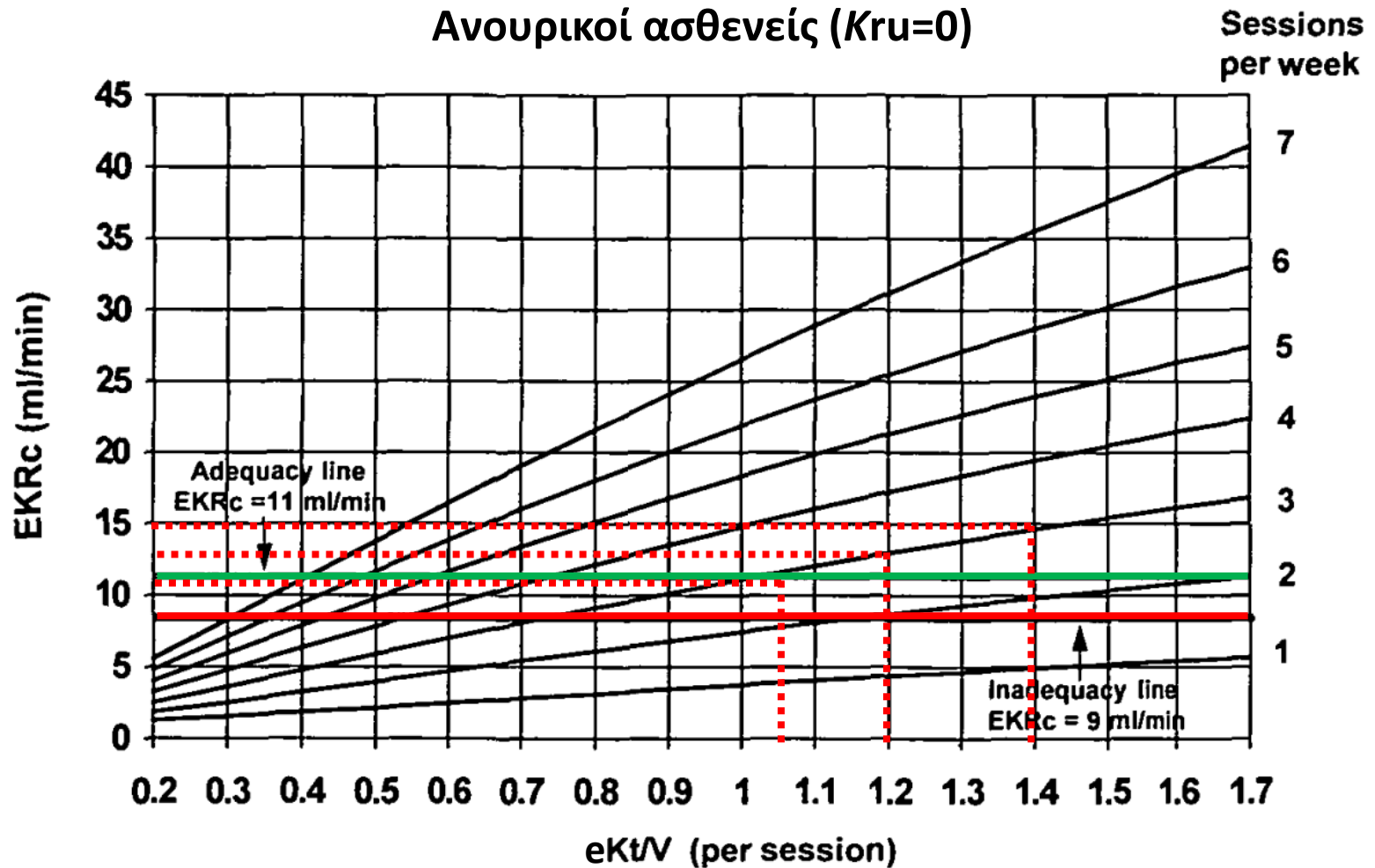
**Ελάχιστες** τιμές  $srKt/V$  για ποικίλα εβδομαδιαία σχήματα (συχνότητες) AMK

Συχνότητα AMK	$Kru < 2\text{mL}/\text{min}/1,73\text{m}^2$	$Kru > 2\text{mL}/\text{min}/1,73\text{m}^2$
2 φορές/εβδ.	Δε συνιστάται	2.0
3 φορές/εβδ.	1.2	0.9
4 φορές/εβδ.	0.8	0.6
5 φορές/εβδ.	0.64	0.46
6 φορές/εβδ.	0.5	0.37

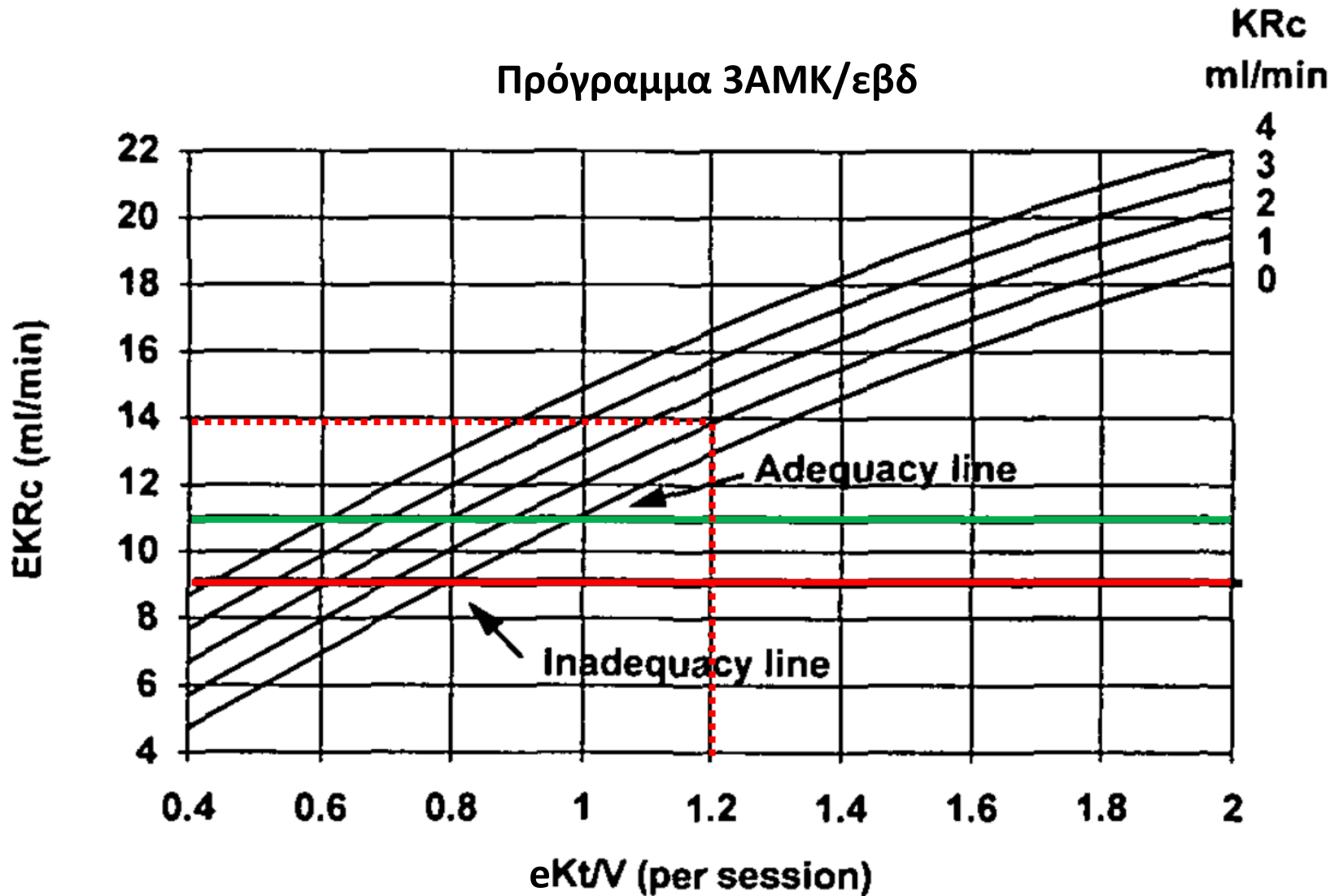
\* Ο στόχος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον κατά 15% υψηλότερος σε κάθε περίπτωση

\* \* Με στόχο την επίτευξη ενός ελάχιστου εβδομαδιαίου  $std Kt/V \geq 2.1$  (στόχος  $std Kt/V = 2.3$ )

# Ισοδύναμη νεφρική κάθαρση ουρίας

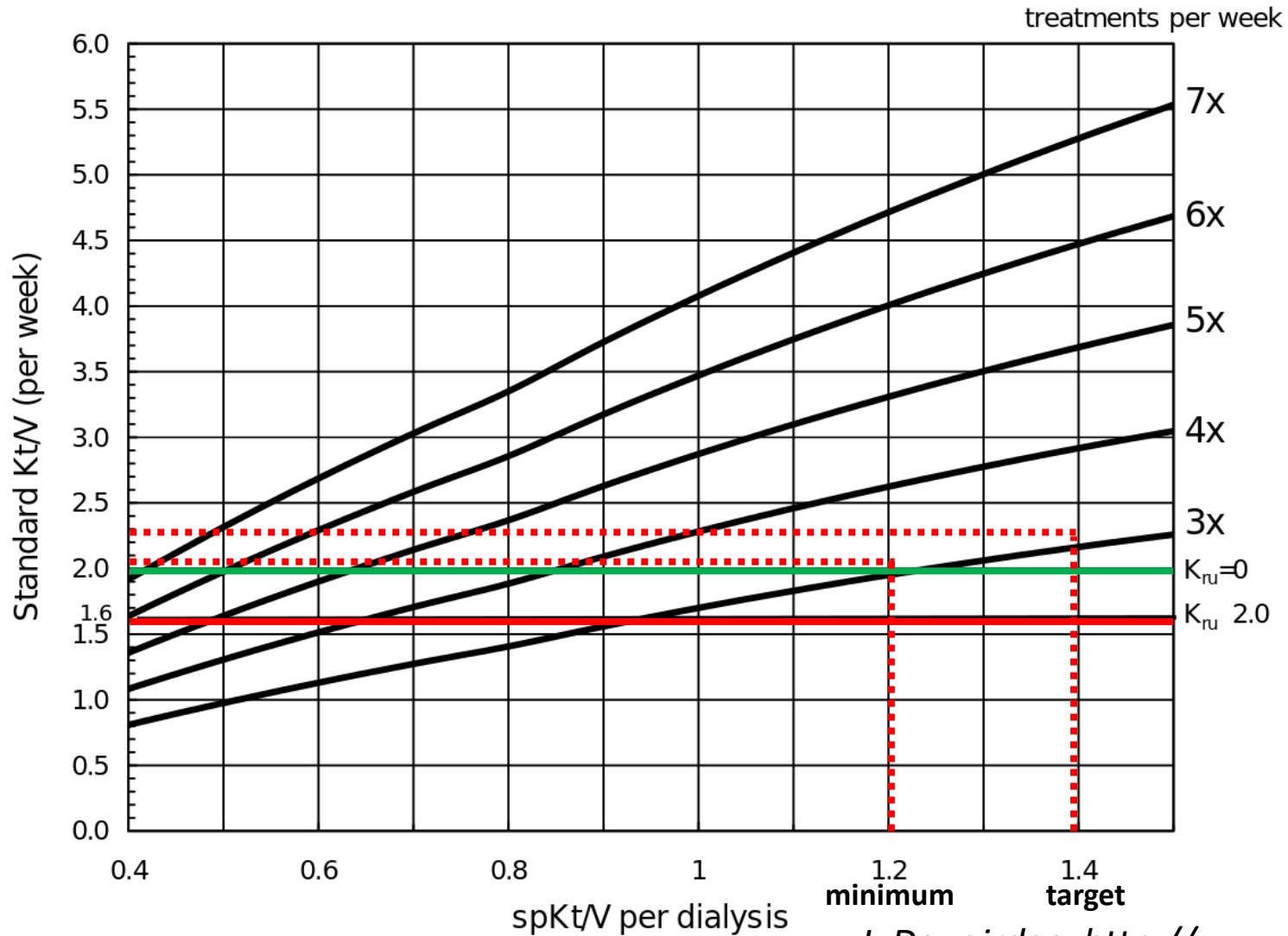


# Ισοδύναμη νεφρική κάθαρση ουρίας



# Συσχέτιση $spKt/V$ & $stdKt/V$

Standard  $Kt/V$ : a continuous clearance equivalent



# Περιορισμοί και «αδυναμίες» του δείκτη Kt/V

---

- Ο Kt/V επινοήθηκε σε παλαιότερη εποχή που τα τεχνικά χαρακτηριστικά της αιμοκάθαρσης ήταν διαφορετικά.
- **Βασίζεται στην κινητική της ουρίας**, η τοξικότητα της οποίας δεν είναι ξεκάθαρη.
- Αξιωματικά θεωρούμε ότι και οι άλλες τοξίνες χαμηλού MB ακολουθούν την κινητική της ουρίας.
- Ο έλεγχος είναι **δειγματοληπτικός**.
- **Δεν συμπεριλαμβάνει το φαινόμενο της αναπήδησης** και την εξατομικευμένη διαδικασία της εξισορρόπησης της ουρίας μετά την συνεδρία.
- **Υπερεκτιμά την παρεχόμενη κάθαρση σε μικρόσωμους** και υποθρεπτικούς ασθενείς.
- **Δεν επιτρέπει άμεση σύγκριση** της παρεχόμενης θεραπείας μεταξύ ασθενών που υποβάλλονται σε >3 συνεδρίες/εβδομάδα.
- **Δεν συνυπολογίζει την υπολειπόμενη νεφρική λειτουργία** και την νεφρική απομάκρυνση των λοιπών ουραιμικών τοξινών.
- **Δεν συνυπολογίζει την κινητική άλλων ουραιμικών τοξινών** (λ.χ. P-cresyl) με αποδεδειγμένα περιορισμένη απομάκρυνση με την αιμοκάθαρση.

---

**Ευχαριστώ πολύ !**

---