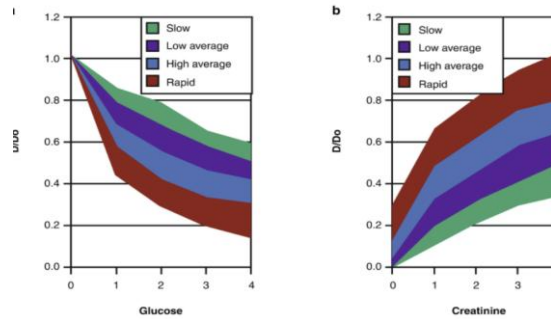




Το PET τεστ χρησιμεύει στη συνταγογράφηση της Περιτοναϊκής Κάθαρσης;

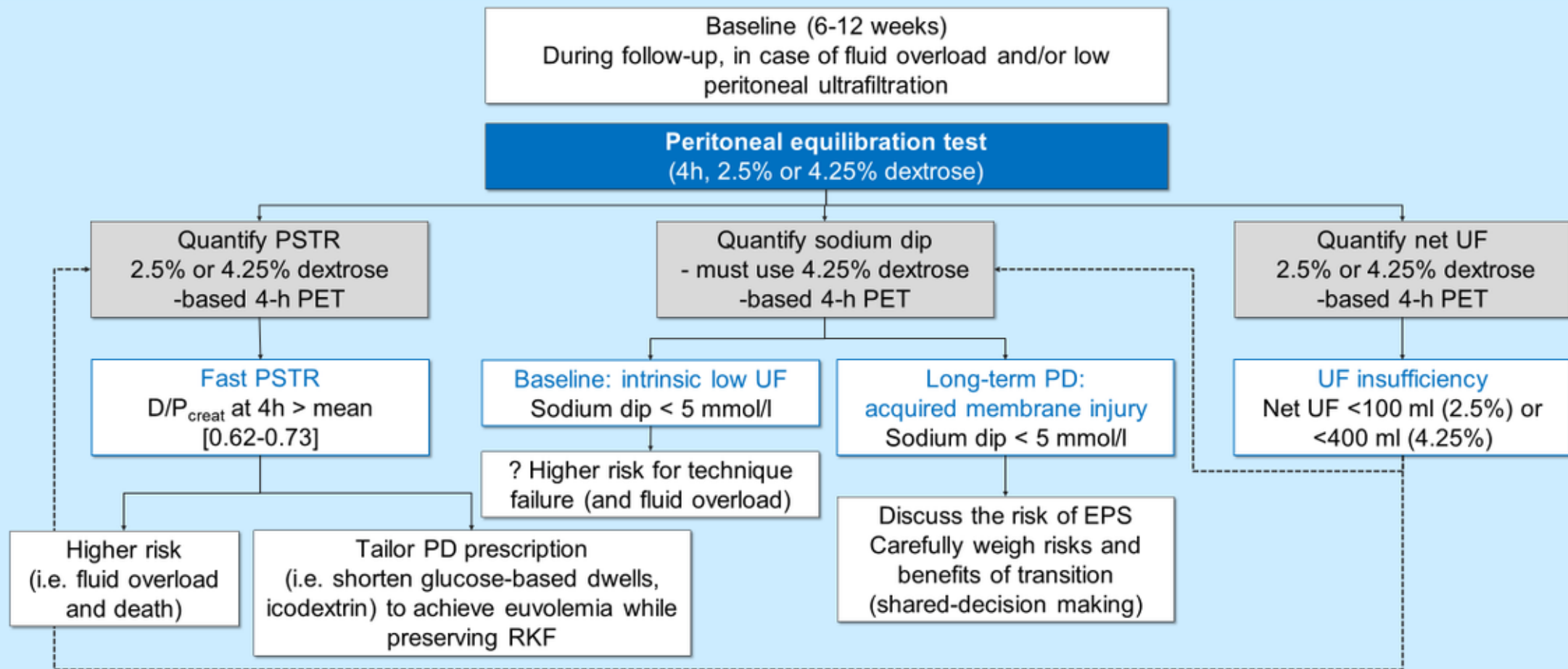


Ανδρουλάκη Μαριάνθη
Νεφρολόγος
ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ «Γ. ΧΑΤΖΗΚΩΣΤΑ»

ISPD Recommendations for the Evaluation of Peritoneal Membrane Dysfunction in Adults



PERITONEAL
DIALYSIS
INTERNATIONAL



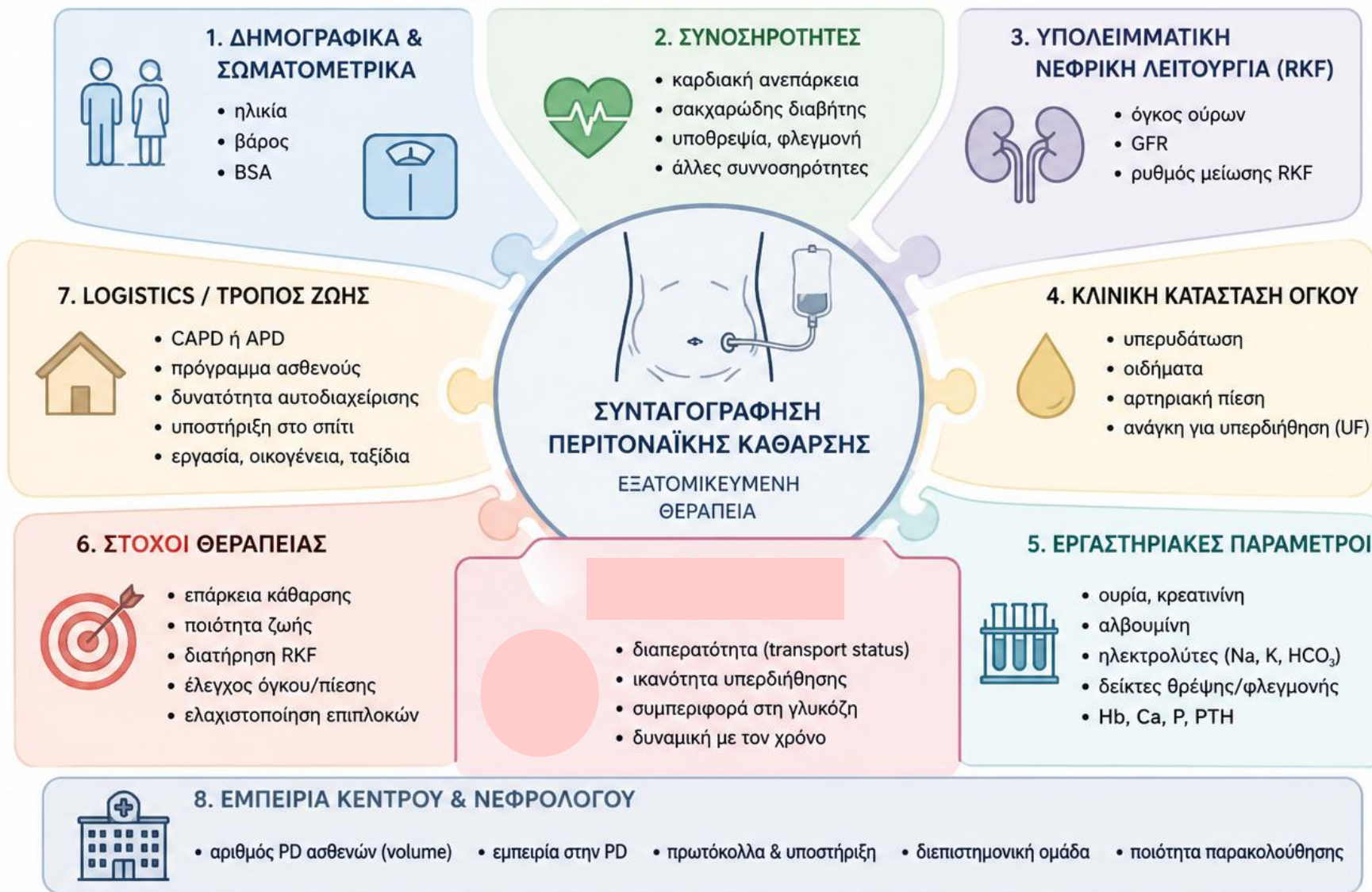


Το PET τεστ χρησιμεύει στη συνταγογράφηση της Περιτοναϊκής Κάθαρσης;

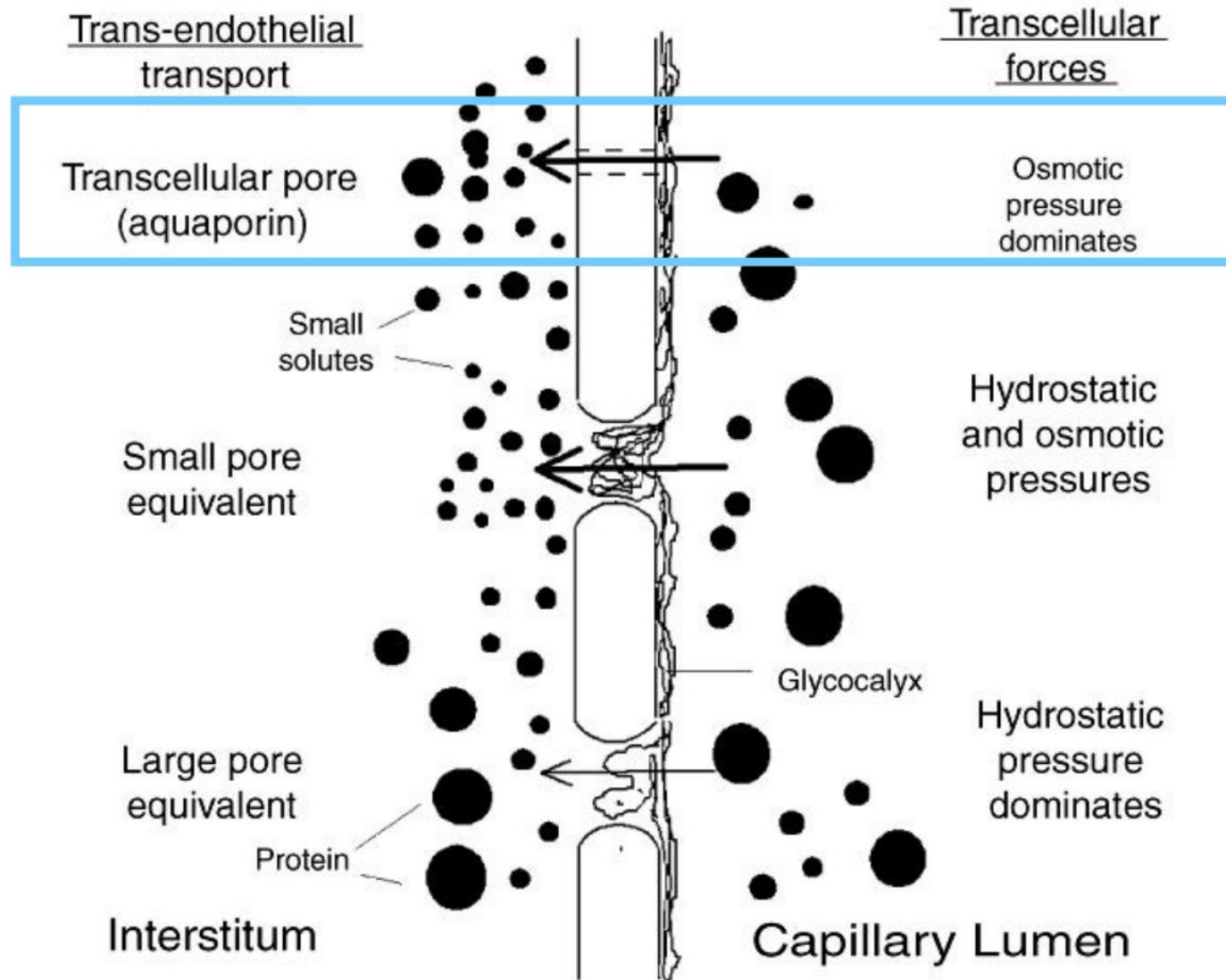
- Ποιο PET?
- Πότε βοηθάει?
- Ποιόν βοηθάει?



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΝΤΑΓΟΓΡΑΦΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΤΟΝΑΪΚΗ ΚΑΘΑΡΣΗ



Η ΣΥΝΤΑΓΟΓΡΑΦΗΣΗ ΣΤΗΝ PD ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ, ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΕΙΤΑΙ ΣΥΝΕΧΩΣ



Ultrasmall pores : predict to account for 50% of water removal (UF)



Το PET τεστ χρησιμεύει στη συνταγογράφηση της Περιτοναϊκής Κάθαρσης;

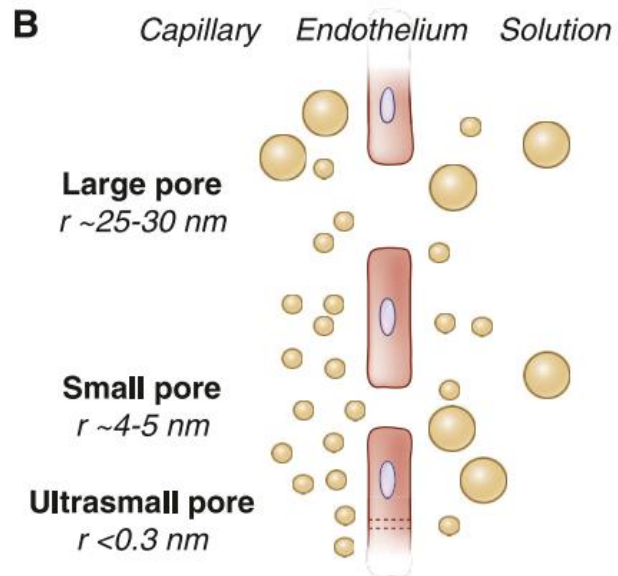
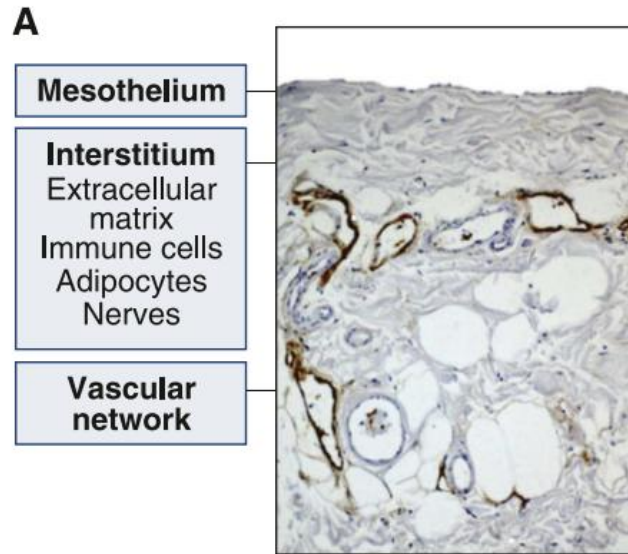
Ποιο PET?



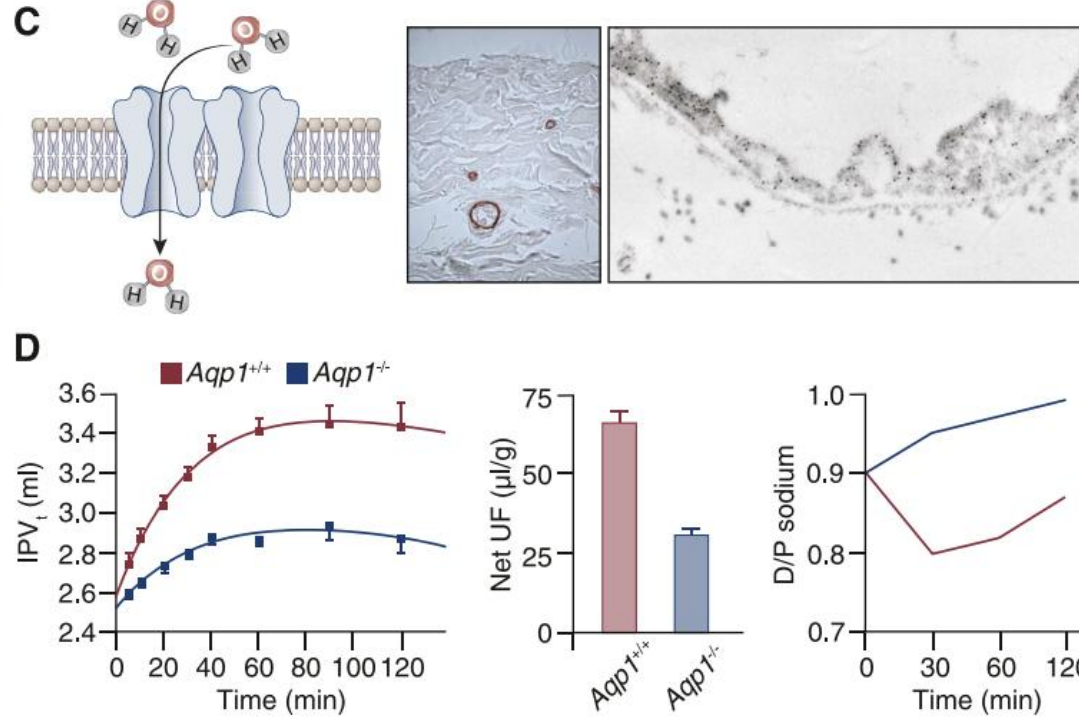
Κατηγορία περιτοναϊκής μεταφοράς

TRANSPORT CHARACTERISTICS	PREFERRED PD MODALITY
HIGH	Standard or High-Dose APD CAPD NIPD (if significant RKF)
HIGH-AVERAGE	Standard or High-Dose APD CAPD
LOW-AVERAGE	CAPD Standard or High-Dose APD
LOW	Standard or High-Dose APD CAPD

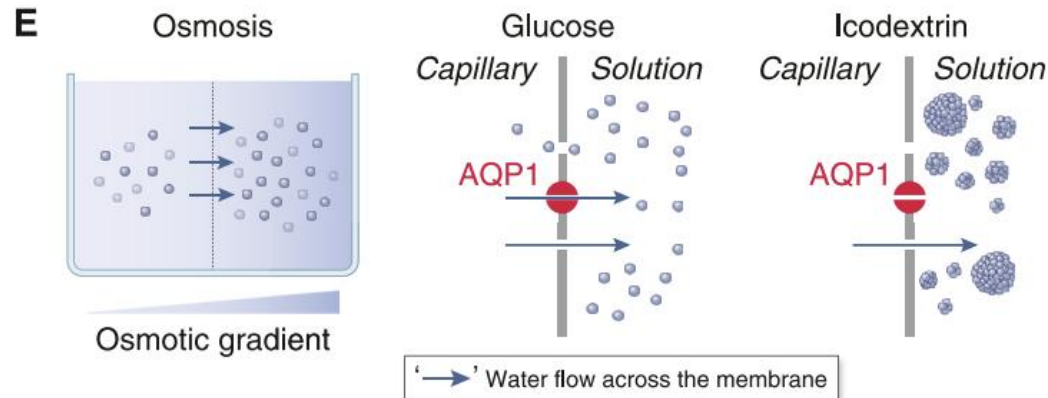
The peritoneal membrane



Water channels AQP1 and their role in PD



Mechanisms of crystalloid vs. colloid osmosis



Ένα τεστ για όλους?

Membrane characteristic	Membrane test				
	Classic PET ⁴⁶	Modified PET ^a (SPA) ⁹³	Mini-PET ^b	Double mini-PET ⁴³	Personal dialysis capacity test (PDC) ⁹⁴
	2.27%	3.86%	3.86%	1.36% and 3.86%	Multiple
	4 h	4 h	1 h	2 × 1 h	24 h
Solute transfer	Yes	Yes	Yes (at 1 h)	Yes (at 1 h)	Yes (expresses this as diffusion distance ($A_0/\Delta x$))
Ultrafiltration capacity	Yes	Yes		Yes (at 1 h)	
Sodium dip (free water transport)		Yes	Yes	Yes (Also calculates the proportion of UF via AQP and small pores)	
Osmotic conductance				Yes	Yes (Calculates the UF capacity for glucose, LpS)
Net fluid reabsorption					Yes (This is possible because it includes a long exchange)
Effective lymphatic reabsorption		Yes (Calculated from instilled macromolecule)			
Protein Clearance		Yes (Uses proteins of different molecular weights)			Yes (Measures large pore flux (J_{VL}))

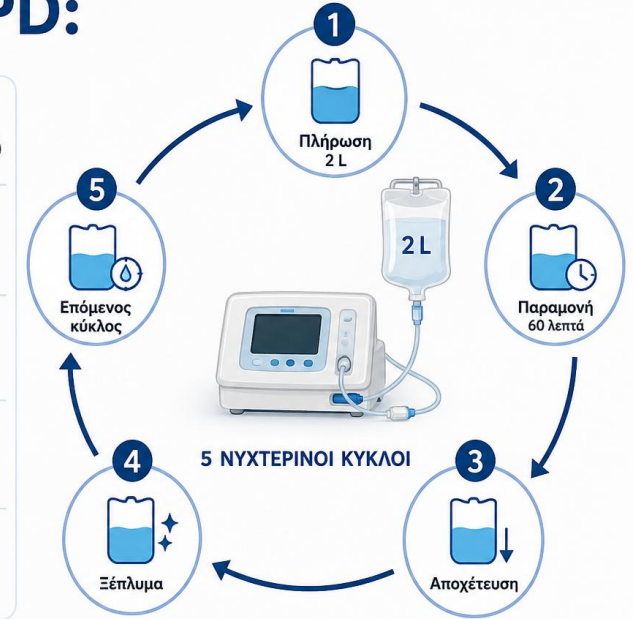
Άνδρας 68 ετών, ΣΔ τύπου 2, ξεκινά περιτοναϊκή κάθαρση. Υπολειμματική διούρηση: 600 ml/24h. Κλινικά ευογκαιμικός στην έναρξη. Ξεκινά με CAPD και γίνεται αρχικό PET.

PET 2.27%	
D/P creatinine 4h	0.73
D/D0 glucose 4h	0,33
UF 4h	220 ml
Κατάταξη	high-average



Πρόγραμμα APD:

- 5 νυκτερινοί κύκλοι**
(Cycler – Αυτόματη Περιτοναϊκή Κάθαρση)
- Dwell time**
60 λεπτά
- Όγκος πλήρωσης**
2 L ανά κύκλο
- Glucose**
1.36%
- Dry day**
(Ημέρα χωρίς περιτοναϊκή κάθαρση)



....2-3 εβδομάδες μετά..

- Χαμηλό νυκτερινό UF
- Αύξηση βάρους 1.5-2 kg
- Ήπια οιδήματα
- Ανάγκη συχνότερης χρήσης υπέρτονων διαλυμάτων



Συμπέρασμα
Το APD χρειάζεται επαναξιολόγηση και πιθανή προσαρμογή του προγράμματος (π.χ. αύξηση χρόνου dwell, όγκου πλήρωσης, συγκέντρωσης γλυκόζης ή προσθήκη icodextrin) ή αντιμετώπιση συμμόρφωσης και διατροφής.

Υπόθεση

- Δεν έχει απαραίτητα πρόβλημα στη μεταφορά διαλυτών.
- πρόβλημα στο **free water transport**.
- αρκετοί μικροί πόροι → καλό D/P creatinine
- μειωμένη λειτουργία AQP1 → κακό early UF

Κεντρική ιδέα:
Είναι “fast” για διαλύτες, αλλά όχι για καθαρό νερό.

PET 4,25 με προσωρινή αποχέτευση 1H	
UF 1h	100 ml
Na dialysate 0h	132 mmol/L
Na dialysate 1h	128 mmol/L
Sodium dip	5 mmol/L
UF 4h	520 ml
D/P creatinine 4h	0.74

Type I ultrafiltration failure

Γιατί απέτυχε η αρχική APD

Η APD με 60λεπτους κύκλους βασίστηκε στην ιδέα:

high transporter → short dwells

Όμως στον συγκεκριμένο ασθενή
τα short dwells αποτυγχάνουν γιατί:



η 1η ώρα εξαρτάται πολύ από AQP1

0-1h

0-1h



το AQP-mediated free water
transport είναι φτωχό



δεν προλαβαίνει να αποδώσει
το small-pore UF



Άρα η συνταγή ήταν σωστή για
το D/P creatinine, αλλά λάθος
για τη φυσιολογία του νερού



- ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ**
- Επανεκτίμηση PET ανά 6–12 μήνες ή όταν αλλάζει η κλινική εικόνα
 - Συνδυάζουμε πάντα τα αποτελέσματα PET με την κλινική εικόνα
 - Στόχος: η βέλτιστη εξατομικευμένη συνταγογράφηση

ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ
 Κατανόηση της λειτουργίας της περιτοναϊκής μεμβράνης για βέλτιστη κάθαρση, επαρκή υπερδιήθηση και διατήρηση της μεμβράνης.



Το PET τεστ χρησιμεύει στη συνταγογράφηση της Περιτοναϊκής Κάθαρσης;

Πότε βοηθάει?

ΧΡΥΣΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ : Δεν κάνουμε PET όταν ξεκινάμε — κάνουμε PET όταν μπορούμε να εμπιστευτούμε αυτό που μετράμε



Το PET δεν
αλλάζει τη
διάγνωση.
Αλλάζει τη
στρατηγική

6-12 W μετά την τοποθέτηση ΠΚ



Το PET τεστ χρησιμεύει στη συνταγογράφηση της Περιτοναϊκής Κάθαρσης;

ο αντίλογος...

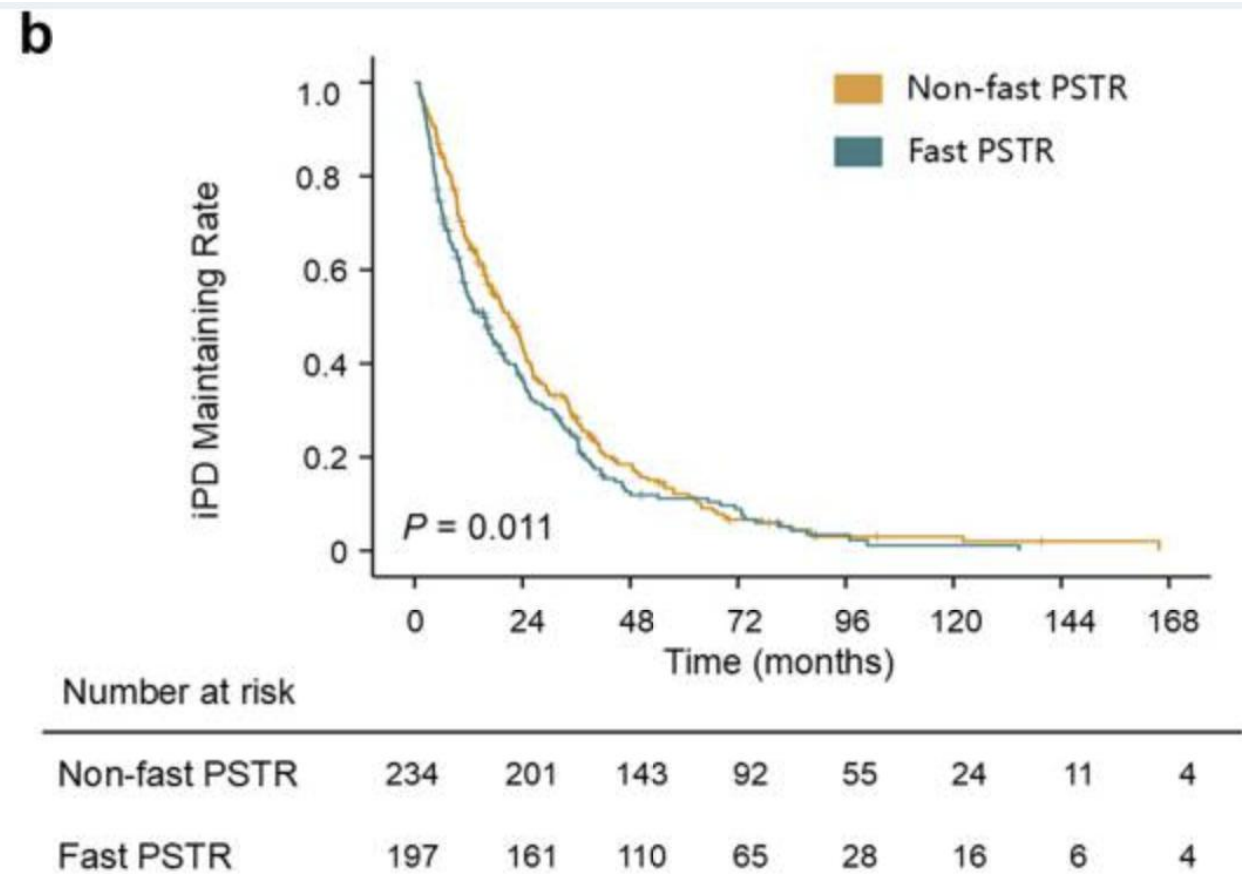
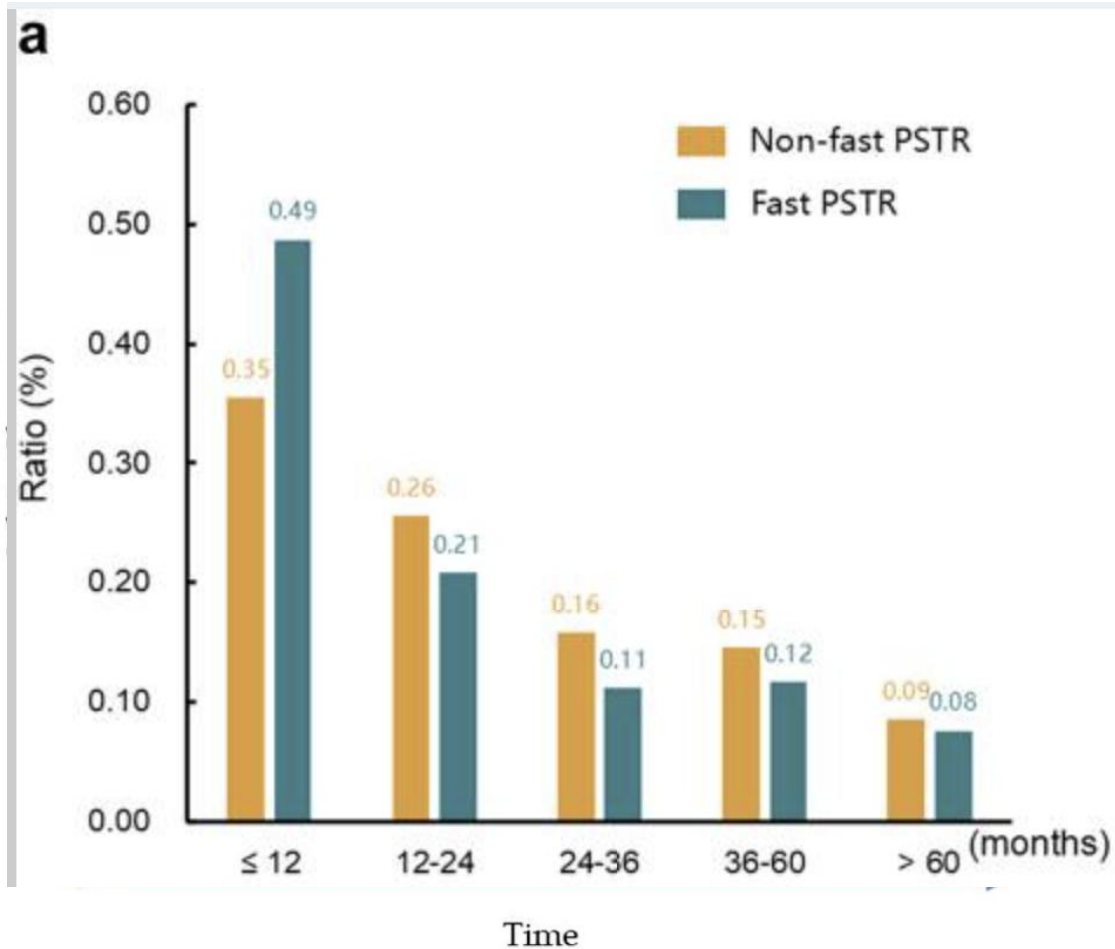


Η συνταγογράφηση μοιραία ξεκινάει πριν να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά της μεμβράνης

συνταγογραφούμε πάνω σε εύλογες υποθέσεις. Το PET είναι αυτό που μετατρέπει την υπόθεση σε εξατομίκευση.

Patients With Nonfast Peritoneal Transfer Rate are More Suitable for Incremental Peritoneal Dialysis

Χωρίς δεδομένα η incremental είναι υπόθεση με δεδομένα είναι στρατηγική



INCREMENTAL PD

Λιγότερη κάθαρση, αλλά με γνώση της μεμβράνης ξέρουμε τι να περιμένουμε



ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΜΗΝΥΜΑ

Η incremental PD έχει λιγότερη κάθαρση, αλλά με γνώση της μεμβράνης (PET) ξέρουμε τι να περιμένουμε και πώς να πετύχουμε.



Το PET δεν
αλλάζει τη
διάγνωση.
Αλλάζει τη
στρατηγική

Υψηλό glucose load / μεταβολικό κόστος

Glucose overload

Η σωστή συνταγογράφηση PD δεν βασίζεται μόνο στην κάθαρση αλλά και στο μεταβολικό κόστος της υπερδιήθησης

Glucose sparing in peritoneal dialysis: Implications and metrics

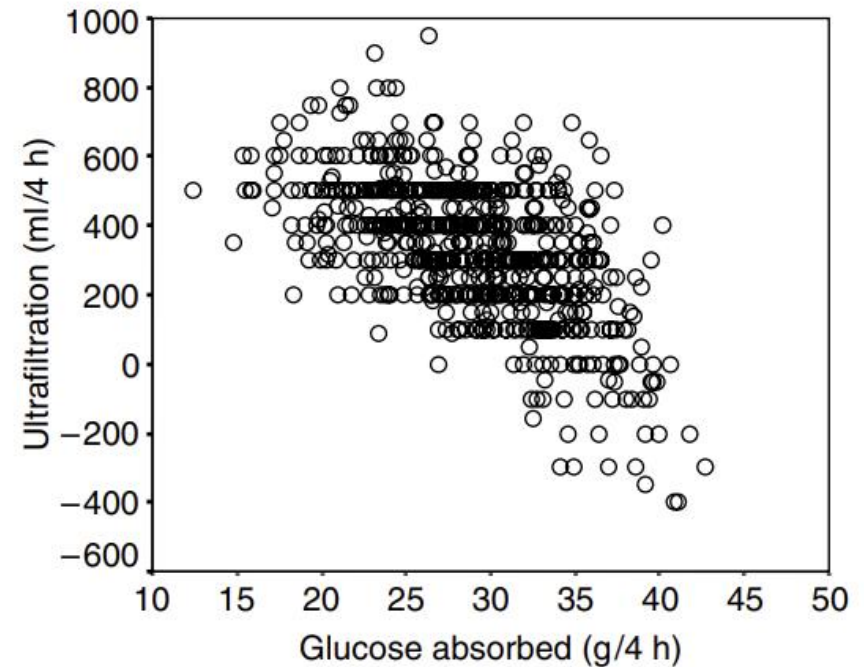
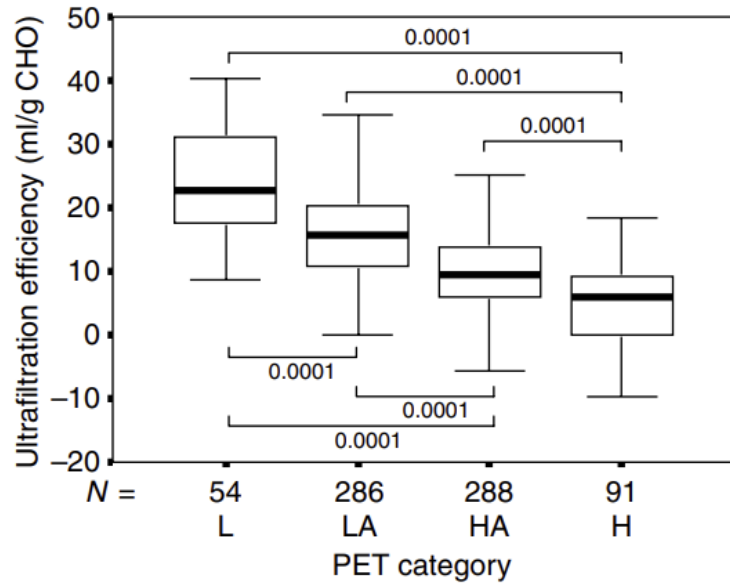


Figure 4 | UF efficiency during a PET with 2.5% dextrose displayed by PET categories. L = low transport; LA = low-average transport; HA = high-average transport; H = high transport.

PET TEST: διαχωρίζει αυτόν που χρειάζεται οσμωτική ένταση από αυτόν που χρειάζεται διαφορετική στρατηγική πιο αποδοτικό UF ανά γραμμάριο γλυκόζης

Το ΡΕΤ δεν
αλλάζει τη
διάγνωση.
Αλλάζει τη
στρατηγική



Ανεπαρκής υπερδιήθηση

PET TEST και διαγνωστικά διλήμματα στην ανεπάρκεια υπερδιήθησης

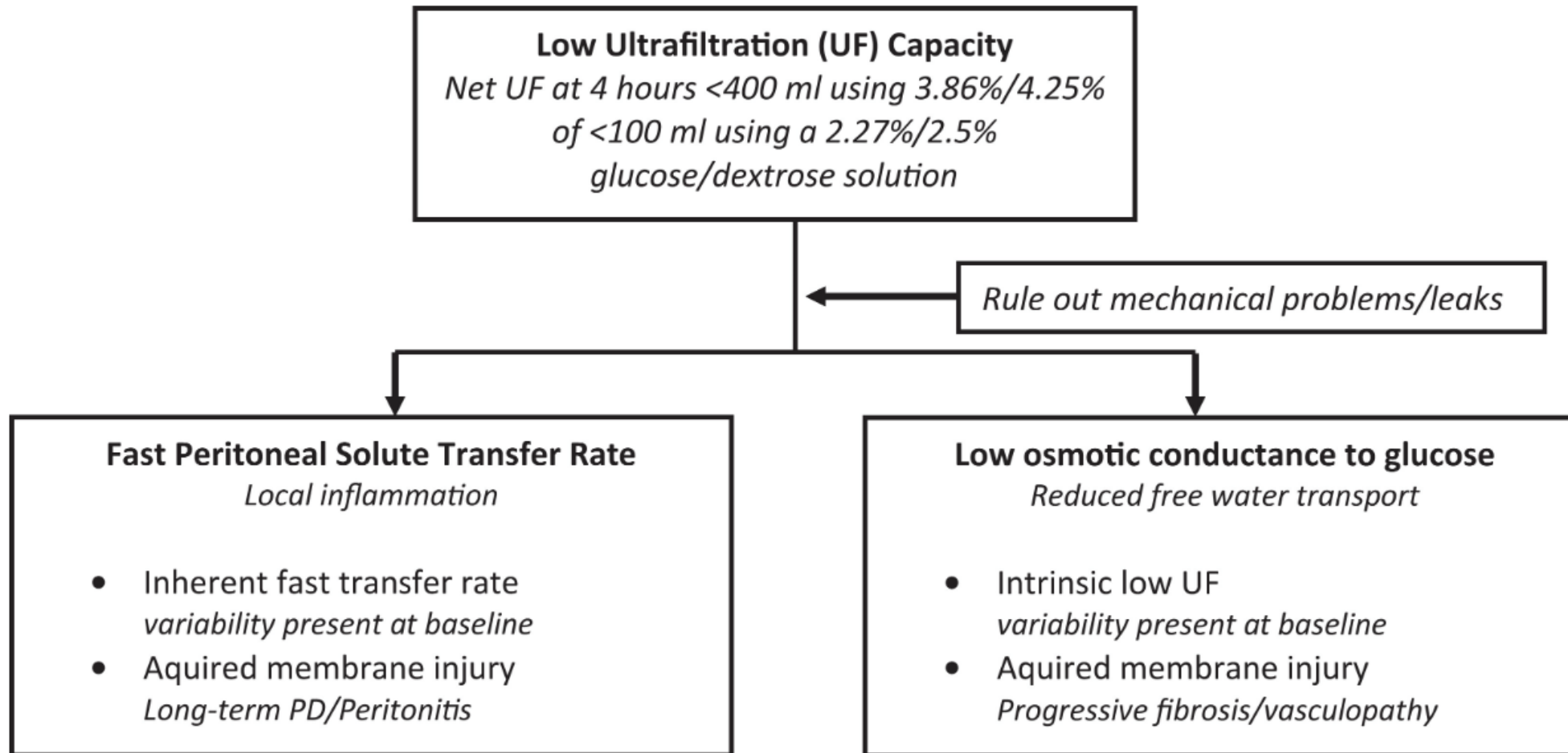
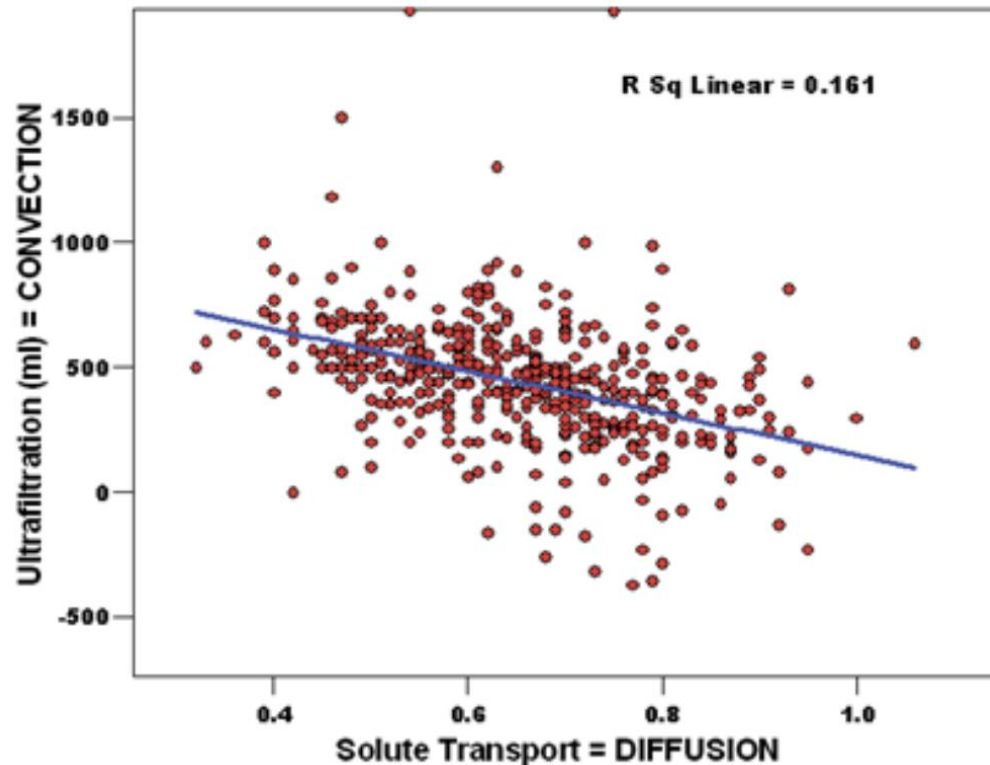


Figure 3. Classification of the causes of membrane dysfunction.

Mitigating peritoneal membrane characteristics in modern peritoneal dialysis therapy

SJ Davies



- ❑ Η μεταφορά ουσιών και η υπερδιήθηση δεν είναι ανεξάρτητες — σχετίζονται αντίστροφα.
- ❑ αλλά η σχέση εξηγεί μόνο ~18% της μεταβλητότητας.
- ❑ μεγάλη διασπορά σημείων. ασθενείς με παρόμοιο solute transport (ίδια περίπου επιφάνεια επαφής) έχουν πολύ διαφορετική υπερδιήθηση

Το PET δεν μετρά μία λειτουργία του περιτοναίου — αποσυνθέτει την υπερδιήθηση σε διαφορετικούς μηχανισμούς

ΠΩΣ ΤΟ ΡΕΤ ΚΑΘΟΔΗΓΕΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΕ ΔΥΟ ΑΣΘΕΝΕΙΣ



- ❑ Η μετάβαση από PD σε HD είναι σύνθετη κλινική και προσωπική απόφαση.
- ❑ Στο πλαίσιο shared decision making, ο ασθενής πρέπει να συμμετέχει ενεργά στην επιλογή.
- ❑ Η καθοδήγηση του ασθενούς πρέπει να βασίζεται σε αντικειμενικά δεδομένα και όχι σε υποθέσεις.
- ❑ Οι μετρήσεις της περιτοναϊκής λειτουργίας (PET, UF, sodium sieving) δείχνουν αν η PD παραμένει αποτελεσματική ή αν η μεμβράνη έχει φτάσει στα όριά της



ΑΣΘΕΝΗΣ Β – ACQUIRED MEMBRANE FAILURE

Γυναίκα 67 ετών
CAPD/APD για 8 χρόνια
3 επεισόδια περιτονίτιδας
Χρόνια χρήση 4.25%

MODIFIED PET – ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ

Έτος PD	D/P Cr 4h	Sodium dip 1h	UF 1h	UF 240 min
1ο έτος	0.64	9 mmol/L	280 mL	620 mL
3ο έτος	0.72 ↑	6 mmol/L ↓	180 mL ↓	470 mL ↓
5ο έτος	0.82 ↑	5 mmol/L ↓	90 mL ↓	280 mL ↓
7ο έτος	0.90 ↑	<5 mmol/L ↓	30 mL ↓	80–120 mL ↓

ΕΡΜΗΝΕΙΑ PET

- Προοδευτική αύξηση transport (D/P Cr ↑)
 - Απώλεια sodium sieving (sodium dip ↓ → απουσία)
 - Σταδιακή απώλεια free water transport (UF 1h ↓)
 - Τελική κατάρρευση συνολικής UF capacity (UF 240 min πολύ χαμηλό)
- Αποδεδειγμένη acquired membrane failure

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΡΕΤ



- Παρά βελτιστοποίηση (icodextrin, μεγαλύτερα dwells, 4.25%) → ανεπαρκές UF
- Συνεχής υπερφόρτωση υγρών, αυθηγιτική υπέρταση, επιδείνωση ποιότητας ζωής

→ **ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ ΣΕ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ**



ΣΤΟΧΟΣ: ΑΠΟΦΥΓΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΟΚΩΝ

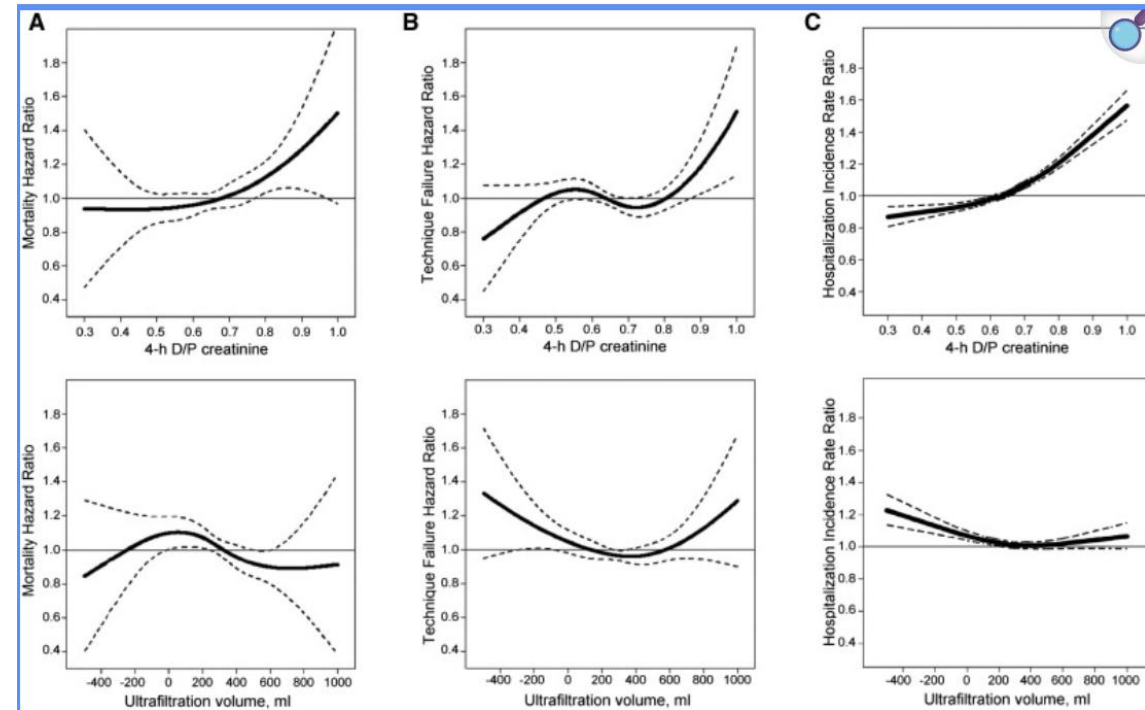
Το ΡΕΤ αποδεικνύει τα όρια της μεθόδου και κατευθύνει τη σωστή απόφαση

Το ΡΕΤ δεν
αλλάζει τη
διάγνωση.
Αλλάζει τη
στρατηγική

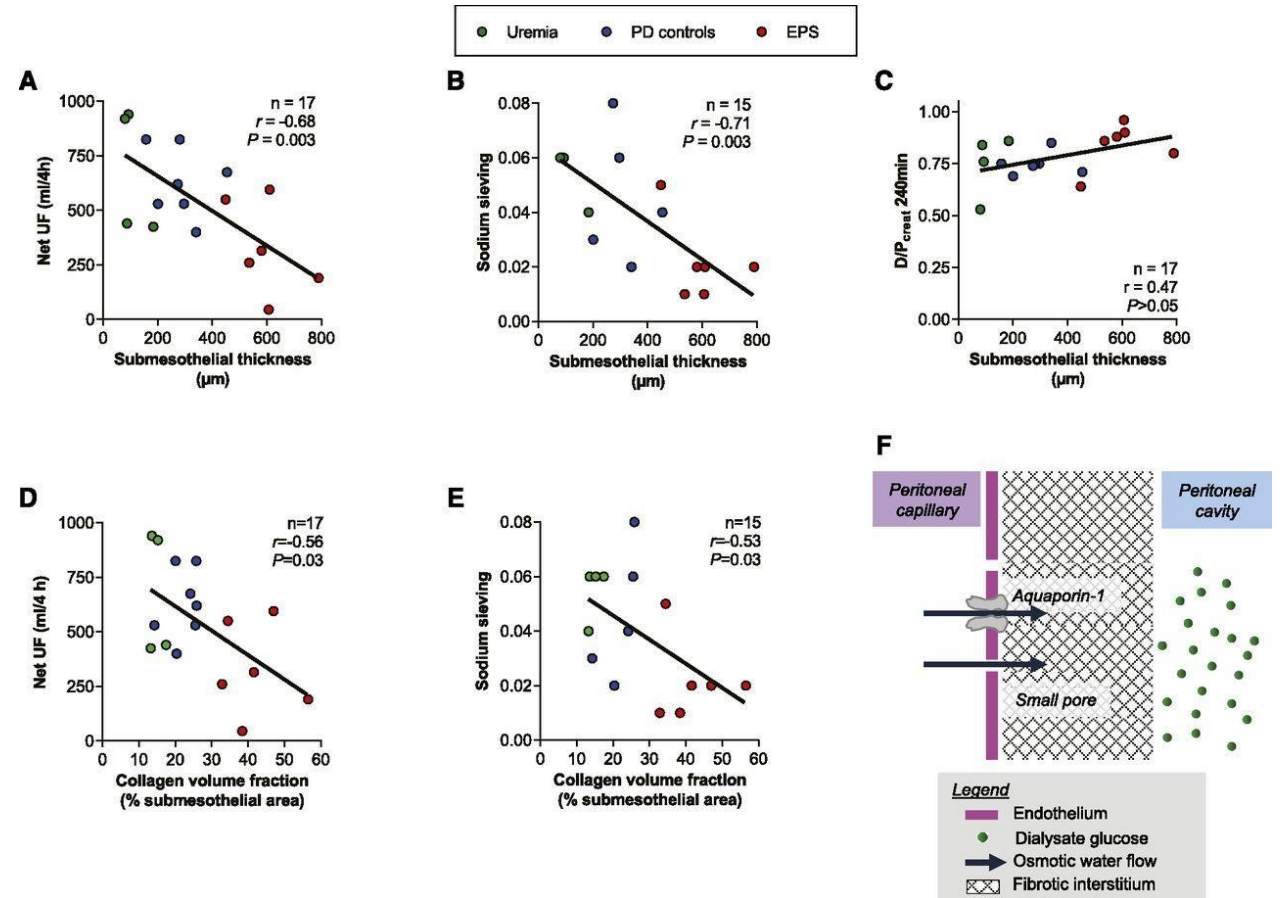
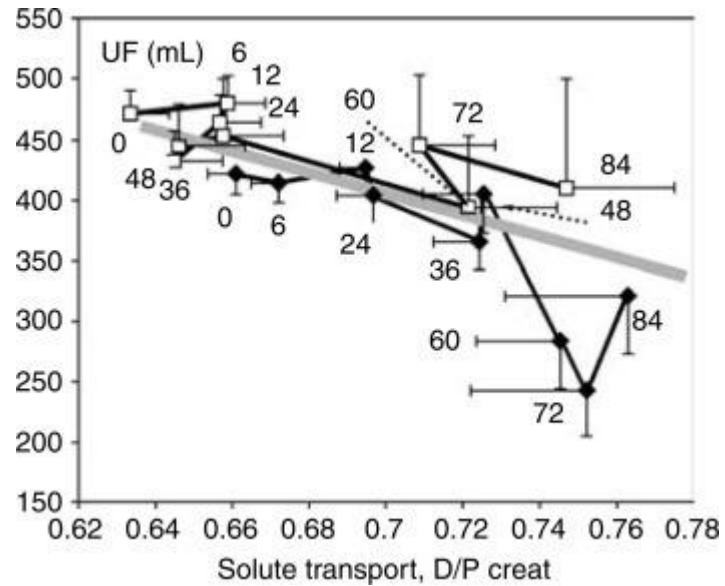
Παρακολούθηση με τον χρόνο

Peritoneal Transport Characteristics and Outcomes in PD Patients

Outcomes	Source	Number of patients	Adjusted relative risk (95% CI) per 0.1 increase in D/P creatinine
All-cause mortality	Brimble meta-analysis 2006 ¹⁰³ 19 studies, includes CANUSA study, Stoke Study, ¹⁰⁴ EAPOS and ANZDATA Registry.	6648	1.15 (1.07–1.23)
	Global Fluid Study 2013 (10 centres from UK, Korea and Canada) ⁴²		
	Incident cohort	499	1.12 (0.98–1.23)
	Prevalent cohort	307	1.18 (1.003–1.41)
Technique Failure (death censored)	Davita database 2015 (764 US centres) ⁴⁵	10,142	1.07 (1.02–1.13)
	Brimble KS meta-analysis 2006 6 studies	5104	1.18 (0.96–1.46)
Hospitalization	Davita database	10,142	1.01 (0.98–1.05)
	Davita database 2015	10,142	1.05 (1.03–1.06)

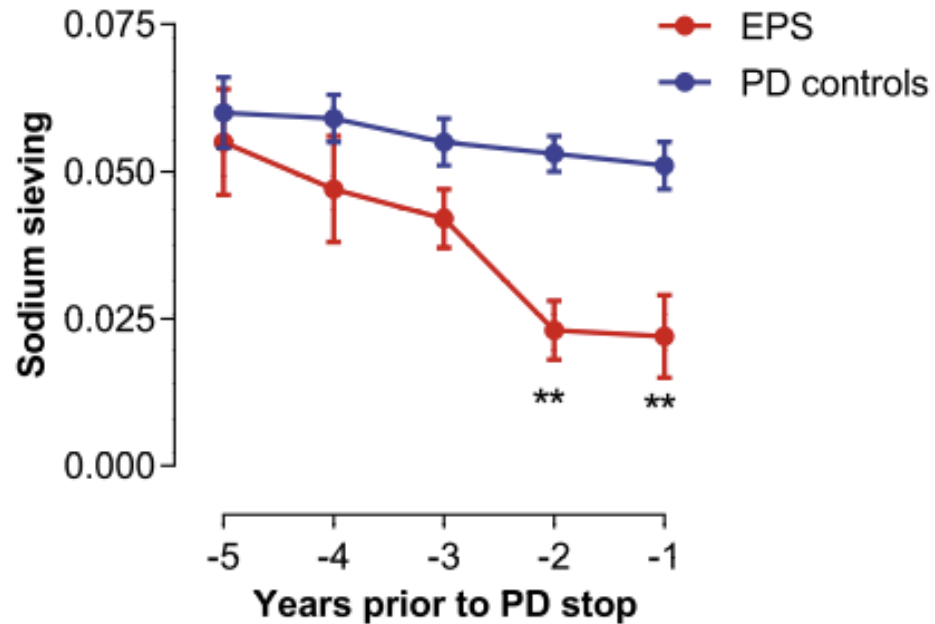


Η αποτύπωση μιας τιμής δεν αρκεί



Η κάθαρση ελευθέρου ύδατος ως προγνωστικός δείκτης

D



E



Η κάθαρση ελευθέρου ύδατος ως προγνωστικός δείκτης

Table 4 | Cox univariate regression model for the development of UF failure during the follow-up in 95 patients on PD therapy

	Risk ratio	Lower CI	Upper CI	<i>P</i>
Sex (female)	0.754	0.438	1.336	0.369
Age at start of PD (increase of 1 year)	1.010	0.970	1.053	0.618
Urine volume (increase of 1 ml)	0.999	0.999	1.000	0.995
GFR (increase of 1 ml/min)	0.906	0.696	1.134	0.406
Plasma Albumin (increase of 1 g/dl)	0.464	0.114	1.742	0.259
UF (increase of 1 ml)	0.998	0.997	1.000	0.225
D/D_0 (increase of 0.001)	0.987	0.973	0.999	0.043
D/P_{Creat} (increase of 0.001)	1.005	0.998	1.012	0.161
ΔD_{Na} (increase of 1 mmol/l)	0.768	0.624	0.933	0.008



Το PET τεστ χρησιμεύει στη συνταγογράφηση της Περιτοναϊκής Κάθαρσης;

Ποιόν βοηθάει?

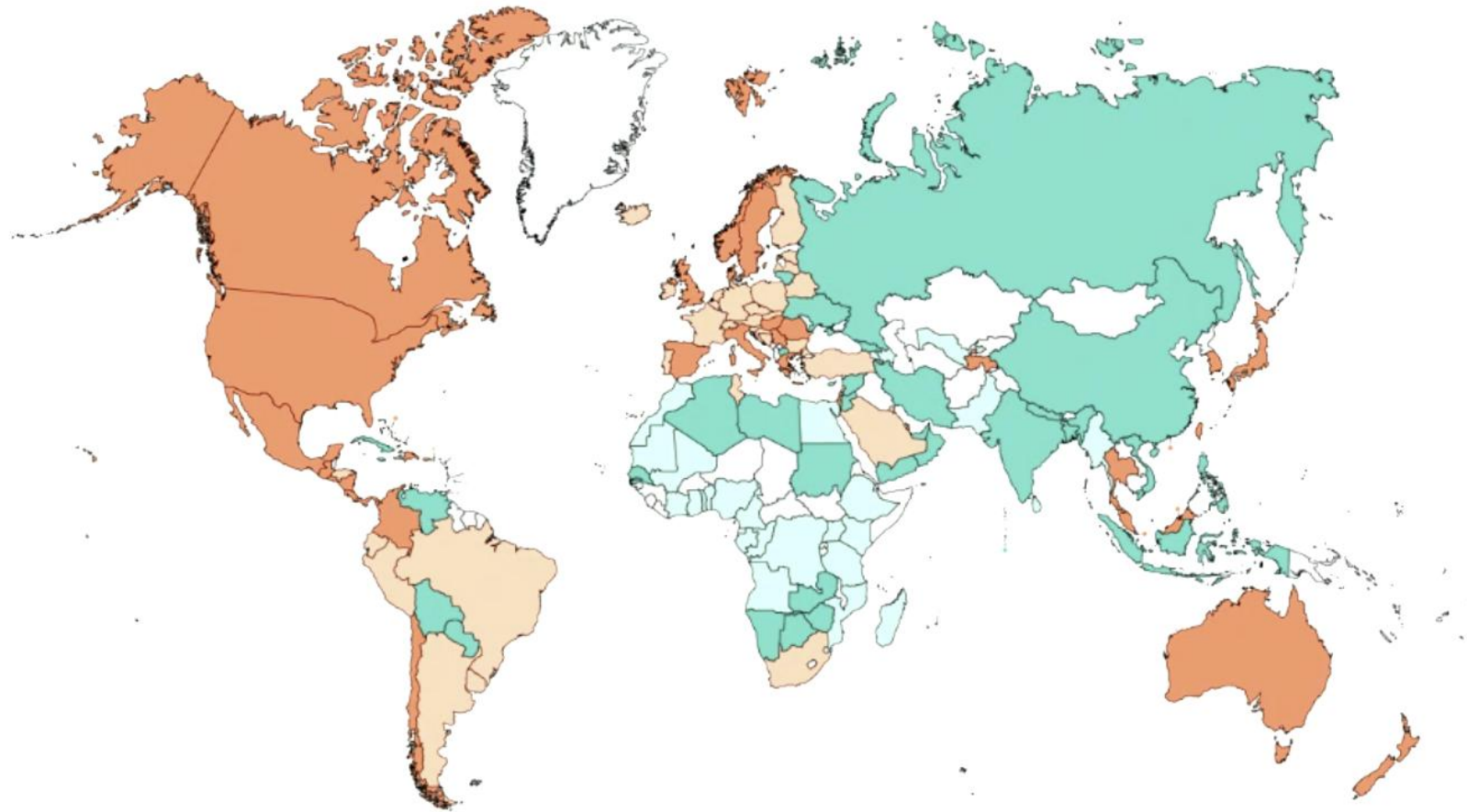


PERITONEAL DIALYSIS

Map 3.11 | Global prevalence of chronic peritoneal dialysis

Rate per million population (pmp), age \geq 18 years

■ <1.5 pmp ■ 1.5–20.9 pmp ■ 21–62.3 pmp ■ \geq 62.4 pmp Data not reported



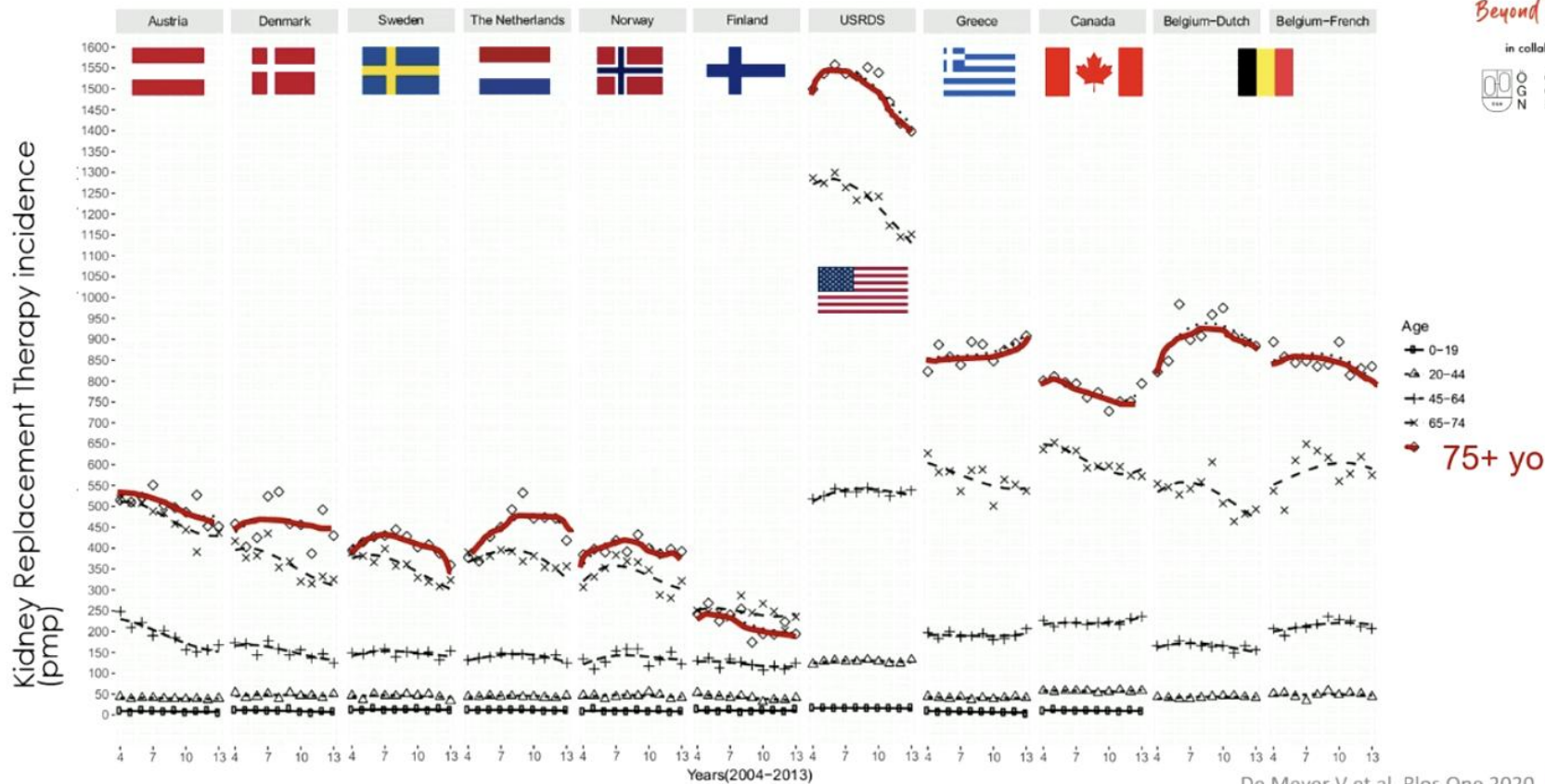
in collaboration with



Hemodialysis versus peritoneal dialysis

The fragile and the very old in dialysis

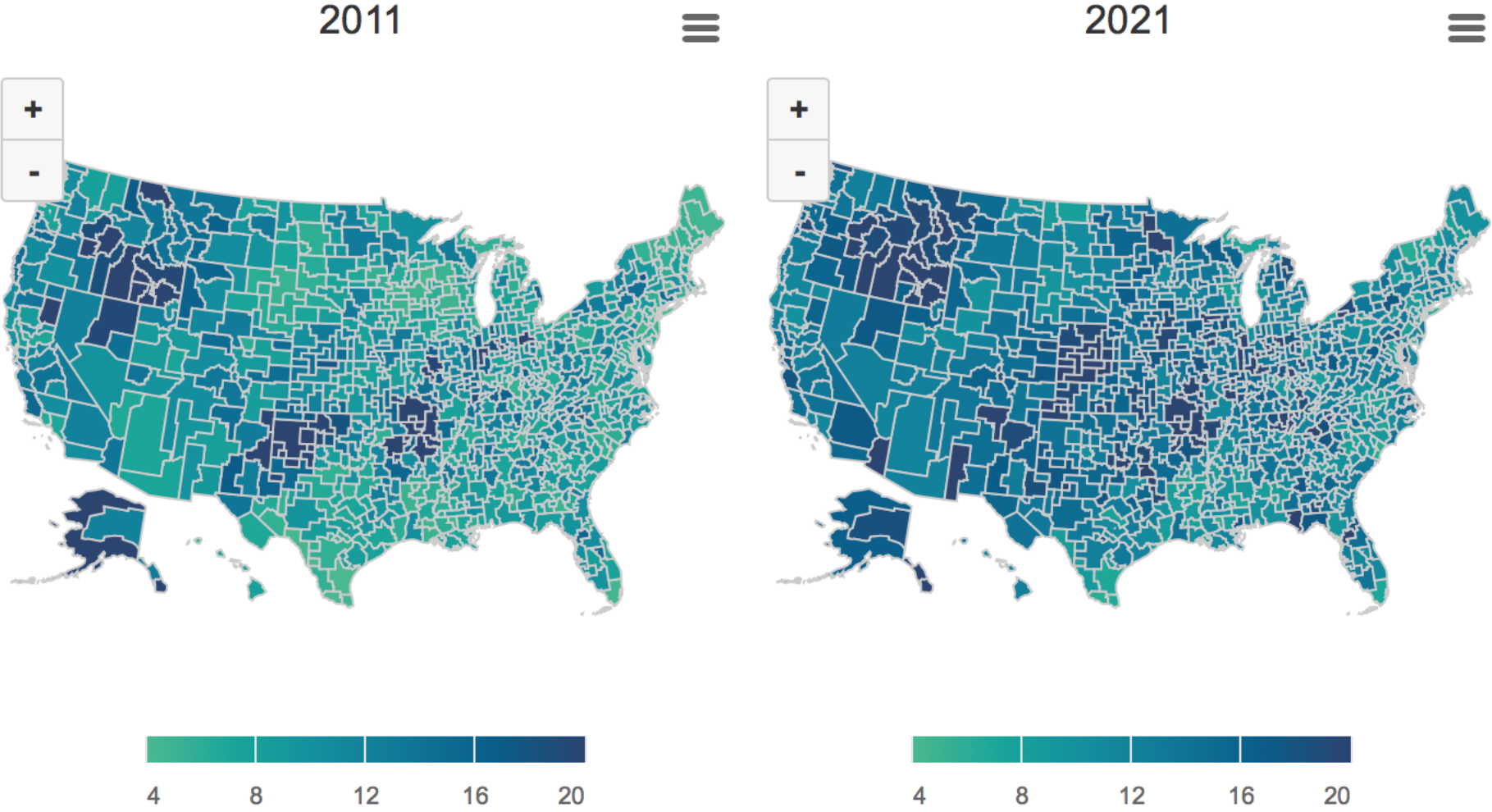
Incidence of KRT is the highest in 75+yo



62nd ERA
CONGRESS
VIENNA & VIRTUAL
JUNE 4-7, 2025
Beyond Nephrology

in collaboration with
ÖG N
Osterreichische
Gesellschaft für
Nephrologie

Figure 2.3a Utilization of peritoneal dialysis in adult prevalent dialysis patients by Health Service Area, 2011 and 2021



Data source: USRDS ESRD Database. Point prevalent ESRD patients aged ≥ 18 years receiving dialysis on December 31, 2011 and December 31, 2021.

Prescribing Peritoneal Dialysis in the United States

Matthew B Rivara

Πεδίο	Δεδομένα (ΗΠΑ)	Κλινική ερμηνεία
Όγκος PD ασθενών	~70.000 ασθενείς σε ~4000 μονάδες	Μέσος όρος <20 ασθενείς/μονάδα
Νέοι ασθενείς	>16.000 νέοι/έτος	Συνεχής είσοδος νέων περιστατικών που απαιτούν αρχική σωστή συνταγογράφηση
Κατανομή μονάδων	<25% των μονάδων έχουν >20 PD ασθενείς	Οι περισσότερες μονάδες είναι low-volume
Εμπειρία νεφρολόγων	Πολλοί με περιορισμένη έκθεση στην PD	Μεταβλητή ποιότητα συνταγογράφησης
Τρόπος συνταγογράφησης	Συχνά "standard" σχήματα	One-size-fits-all προσέγγιση
Αναγνώριση μεμβρανικών χαρακτηριστικών	Όχι πάντα συστηματική	Καθυστερημένη αναγνώριση διαφορών μεταξύ ασθενών
Συνολικό σύστημα	Κατακερματισμένη εμπειρία	Ετερογένεια στην παρεχόμενη φροντίδα

Trends in Automated Peritoneal Dialysis Prescriptions in a Large Dialysis Organization in the United States

Harold E Giles

Summary of day 120 peritoneal dialysis prescriptions (N=11,659)

Prescription Information	Nocturnal APD Patients (n=10,037, 86%)	Daytime+Nocturnal APD Patients (n=1622, 14%)
	Mean±SD or No (%)	Mean±SD or No. (%)
Weekly frequency of PD treatments		
≤6	232 (3)	14 (1)
7	9774 (97)	1608 (99)
Estimated dry weight, kg	83.9±21.5	90.2±23.4
Total number of cycles ^a	4.9±1.3	6.4±1.6
Total treatment volume, ^b L	9.3±2.5	11.4±3.1
Total dwell time, ^{c,d} min	420 (360–570)	1440 (555–1440)

Η τηλεματική είναι τα μάτια της σύγχρονης PD....

- Η τηλεματική στην APD παρέχει συνεχή δεδομένα θεραπείας (UF, dwell times, drainage volumes, adherence), αλλά το PET προσφέρει τη βιολογική “ερμηνεία” αυτών των δεδομένων
- Η ενσωμάτωση δεδομένων PET σε πλατφόρμες τηλεπαρακολούθησης επιτρέπει πιο ακριβή και εξατομικευμένη προσαρμογή της συνταγής APD
- Σε προγράμματα απομακρυσμένης παρακολούθησης, το PET λειτουργεί ως φαινοτυπική βάση , πάνω στην οποία μπορούν να αξιολογούνται δυναμικά οι μεταβολές της υπερδιήθησης και της απόδοσης της θεραπείας
- Τα σύγχρονα προγνωστικά μοντέλα και οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην APD βασίζονται σε δεδομένα PET για να δημιουργήσουν αλγορίθμους
- Το PET μετατρέπει την τηλεματική από απλή συλλογή δεδομένων σε πραγματική εξατομίκευση στην περιτοναϊκή κάθαρση

....Το PET είναι ο φακός που μας επιτρέπει να ερμηνεύσουμε αυτό που βλέπουμε

Συμπεράσματα

- ✓ Η αρχική συνταγογράφηση βασίζεται σε πολλά δεδομένα (RKF, συνοσηρότητες κ.λπ.),
αλλά το περιτόναιο παραμένει ο “άγνωστος Χ
- ✓ Δεν υπάρχει ένα PET, αλλά **πολλαπλές παραλλαγές που απαντούν σε διαφορετικά κλινικά ερωτήματα**
- ✓ Η περιτοναϊκή κάθαρση είναι **κατεξοχήν εξατομικευμένη θεραπεία**
- ✓ Συχνά εφαρμόζεται σε περιβάλλοντα με **χαμηλή εμπειρία και ετερογένεια πρακτικής**
- ✓ Το PET **δεν αντικαθιστά την κλινική κρίση**, αλλά την μετατρέπει από εμπειρική σε τεκμηριωμένη

ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ precision medicine εσείς τι θα επιλέγατε?

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΠΕΡΙΤΟΝΑΪΚΗ ΚΑΘΑΡΣΗ

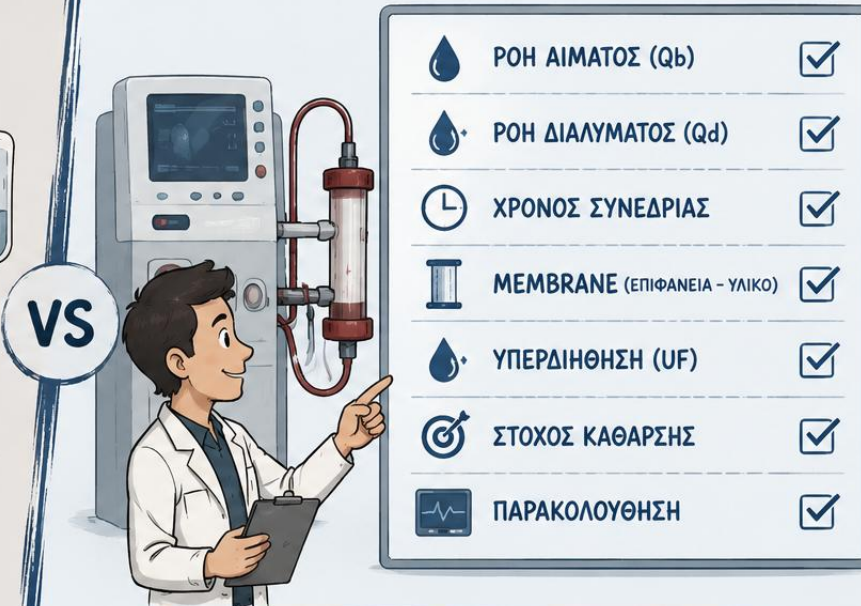
ΠΟΛΛΑ ΣΤΟ ΤΥΧΑΙΟ...



ΔΕΝ ΞΕΡΟΥΜΕ ΤΟ ΦΙΛΤΡΟ
- ΔΟΚΙΜΑΖΟΥΜΕ ΚΑΙ ΕΛΠΙΖΟΥΜΕ

ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ

ΤΙΠΟΤΕ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΤΥΧΑΙΟ



	ΡΟΗ ΑΙΜΑΤΟΣ (Qb)	<input checked="" type="checkbox"/>
	ΡΟΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ (Qd)	<input checked="" type="checkbox"/>
	ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣ	<input checked="" type="checkbox"/>
	ΜΕΜΒΡΑΝΕ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ - ΥΛΙΚΟ)	<input checked="" type="checkbox"/>
	ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ (UF)	<input checked="" type="checkbox"/>
	ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΘΑΡΣΗΣ	<input checked="" type="checkbox"/>
	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ	<input checked="" type="checkbox"/>

ΓΝΩΡΙΖΟΥΜΕ ΤΟ ΦΙΛΤΡΟ
- ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ - ΠΕΤΥΧΑΙΝΟΥΜΕ



Η ΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΑΛΛΑΖΕΙ ΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Καμία άλλη νεφρική υποκατάσταση δεν βασίζεται τόσο σε ένα όργανο που δεν βλέπουμε και δεν μετράμε άμεσα.