

Hémodialyse : conduite pratique du traitement

Lucile Mercadal
Service de Néphrologie
Hôpitaux Sorbonne Université - Paris
DUTER 2025



1

Prescription d'une séance de dialyse

- Voie d'abord : fistule, uni ou bi-ponction, diamètre des aiguilles, type de cathéter
- Durée
- Fréquence
- Membrane de dialyse
 - Type de membrane, nom commercial
 - Surface
- Débit sanguin, débit dialysat
- Hémodialyse versus hémodiafiltration
- Anticoagulation
- Perte de poids, poids sec, taux d'ultrafiltration maximal
- Profils, Rétrocontrôles
- Dialysat
 - Composition en potassium, calcium, magnésium, glucose
 - Conductivité du dialysat
 - Conductivité bicarbonate
 - Sans acétate
- Fer, EPO et toutes prescriptions pouvant être administrées pendant la séance de dialyse



2

Prescription d'une séance de dialyse

- **Durée**
 - **Fréquence**
 - **Membrane de dialyse**
 - Type de membrane, nom commercial
 - Surface
 - **Débit sanguin 300 à 400 mL/min**
 - **Débit dialysat 500 à 750 mL/min**
 - Anticoagulation
 - Hémodialyse versus hémodiafiltration
 - Perte de poids, poids sec, taux d'ultrafiltration maximal
 - **Dialysat**
 - Composition en potassium, calcium, magnésium, glucose
 - Conductivité du dialysat
 - Conductivité bicarbonate
 - Fer, EPO et toutes prescriptions pouvant être administrées pendant la séance de dialyse
- K = clairance du système de dialyse
 t = temps de dialyse
 Kt = dose de dialyse
 Peut être normalisé à V ,
 volume de distribution de l'urée



3

Prescription d'une séance de dialyse

- $K = 200 \text{ mL/min}$ $4h=240 \text{ min}$, soit 48L délivrés, pour une personne de 60 kg, volume d'eau totale approximatif 33 L, Kt/V de 1.45
- Pour les petits poids, ne pas délivrer moins de 45L
- Considérer que le temps est un facteur indépendant de mortalité, raccourcir en dessous de 4h uniquement pour personne avec fonction rénale résiduelle et diurèse permettant une prise de poids réduite ou limitation de soins
- Amélioration de la survie pour tout +15min au-delà de 4h



4

Savoir juger la qualité d'une membrane de dialyse

Composant de la membrane

- Les Cellulosiques
 - Cuprophane
 - Acétate de cellulose
 - Diacétate de cellulose
 - Triacétate de cellulose
 - Les Synthétiques
 - Polysulphone
 - Polyethersulfone, polyamide
 - Polyméthylmethacrylate
 - Polyacrylonitrile
- Clairance diffusive
 - Transmittance ou coefficient de tamisage
 - ou clairance selon des critères de dialyse in vitro
 - Aux petites molécules
 - Aux moyennes molécules
 - Haute clairance diffusive : clairance de la $\beta_2m \geq 20$ mL/min
 - Perméabilité membranaire
 - Importante pour les méthodes convectives
 - Haute perméabilité : coefficient d'ultrafiltration > 20 mL/h par mmHg, (14 dans HEMO)
 - Minimum 40 mL/h par mmHg pour HDF
 - Perte d'albumine
 - Biocompatibilité
 - Stérilisation (gamma versus chaleur)
 - Thrombogénicité
 - Adsorption
 - Allergie membrane



5

Savoir juger la qualité d'une membrane de dialyse

Série EE : HAUTE PERMÉABILITÉ		Coeff. d'UF		CLAIRANCES IN VITRO (ml/mn)								Volume sanguin (ml)
Type	Surface (m²)	in vitro	in vivo	Urée	Créatinine	Phosphates	Vit. B 12					
	1.2	16.6	15.0	185	240	160	193	149	178	80	89	79
	1.5	18.6	16.7	188	243	164	200	156	185	89	98	90
	1.8	22.7	20.4	196	254	173	216	166	201	94	104	106
	2.0	24.7	23.1	196	261	180	232	176	210	106	119	126
Stérilisation : VAPEUR (autoclave)												
CUT.OFF		Coefficient de tamisage										
60.000 dalton (95%)		inuline 5.200		B 2m 11.818		Albumine 66.000		Porosité				
		0.65		0.60		0.05		45 Å				

Coefficient d'UF mesuré avec du sang de boeuf : Hct = 32%
Les clairances sont mesurées en solution aqueuse.
Clairances in vitro : QS = 200ml/mn, QS = 300 ml/mn ,
QUF = 10 ml/mn, QD = 500 ml/mn.

Membrane basse clairance diffusive, haute perméabilité (surtout pour les grandes surfaces)
 pour 2m², clairance urée in vitro de 260 mL/min pour 300 mL/min de débit sanguin, coefficient de tamisage de la β_2 microglobuline 0.6
 clairance de la vitamine B12 119 mL/min pour débit de 300 mL/min
 coefficient d'ultrafiltration au plus de 24 mL/h par mmHg



6

Savoir juger la qualité d'une membrane de dialyse

Coefficient de tamisage de la Beta-2-microglobuline : 0.8

Modèle	Membrane			Coefficient d'ultrafiltration ml/h/mmHg	Volume amorçage ml	Clairance in vitro à UF = 0 ml/min, Qd = 500 ml/min (EN1283)											
	surface	épaisseur	Ø			Urée			Créatinine			Phosphate			Vitamine B12		
	m²	µm	µm			200	300	400	200	300	400	200	300	400	200	300	400
	0.6	35	185	20	32	170	209	-	144	168	-	138	160	-	84	91	-
	1.0	35	185	33	53	189	250	-	170	210	-	165	201	-	115	130	-
	1.4	35	185	46	74	193	261	-	182	230	-	177	220	-	135	155	-
	1.8	35	185	59	95	197	276	326	189	250	287	185	239	272	148	175	190
	2.2	35	185	73	116	198	278	331	194	261	304	189	248	284	161	192	213

Membrane haute clairance diffusive, haute perméabilité
pour 2.2m², clairance de l'urée **278 mL/min** pour débit de 300mL/min,
coefficient de tamisage de la β 2microglobuline **0.8**,
clairance de la vitamine B12 **192 mL/min** pour débit sanguin de 300 mL/min
Coefficient d'ultrafiltration max **73 mL/h par mmHg**



7

Membranes de dialyse et mortalité

Mortalité totale, membranes high flux versus low flux

Study or subgroup	High-flux: n/N	Low-flux: n/N	Risk Ratio IV,Random,95% CI	Risk Ratio IV,Random,95% CI
Locatelli 2000a	0/35	0/39		0.0 [0.0, 0.0]
Lang 2001	0/15	0/15		0.0 [0.0, 0.0]
Jeloka 2001	0/10	0/10		0.0 [0.0, 0.0]
Hartmann 1997	0/10	0/10		0.0 [0.0, 0.0]
Li 2010	0/21	1/24		0.38 [0.02, 8.83]
Kuchle 1996	1/12	1/12		1.00 [0.07, 14.21]
Locatelli 1996a	1/51	5/104		0.41 [0.05, 3.40]
Simon 1993	14/32	15/22		0.64 [0.39, 1.04]
MPO 2009	74/318	88/329		0.87 [0.67, 1.14]
HEMO 2002	429/921	442/925		0.97 [0.89, 1.07]
Total (95% CI)	1425	1490		0.95 [0.87, 1.04]
Total events: 519 (High-flux), 552 (Low-flux)				
Heterogeneity: $\tau^2 = 0.0$; $\text{Chi}^2 = 4.13$, $df = 5$ ($P = 0.53$); $I^2 = 0.0\%$				
Test for overall effect: $Z = 1.20$ ($P = 0.23$)				
Test for subgroup differences: Not applicable				

Méta-analyse dominée par 2 études:

- HEMO, Eknoyan G, N Engl J Med 2002; 347:2010-2019, 1846 patients suivis 4.46 ans
- MPO, Locatelli F, J Am Soc Nephrol 2009, 20(3): 645-654, 738 patients suivis 3 ans minimum

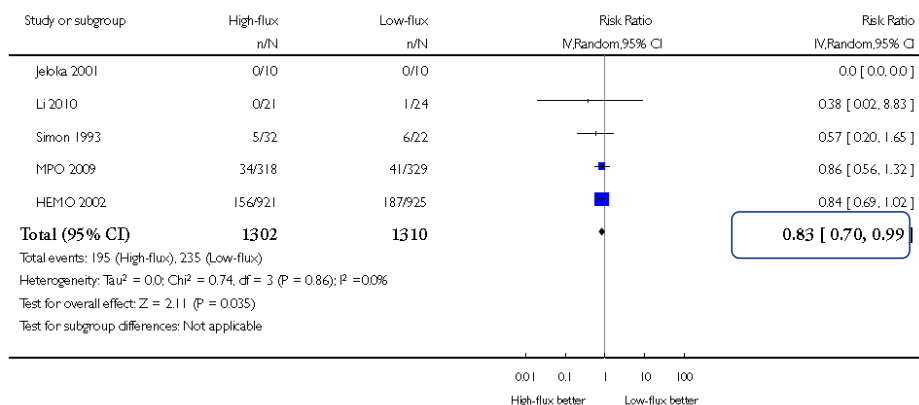
Palmer SC, Cochrane database syst rev 2012



8

Membranes de dialyse et mortalité

Mortalité cardio-vasculaire, membranes high flux versus low flux



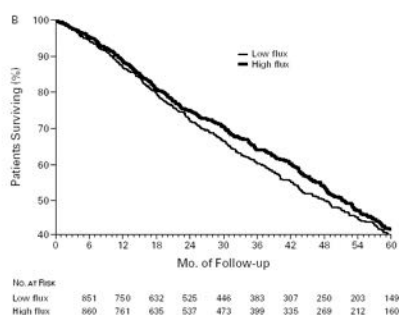
-17% de réduction du risque de mortalité cardio-vasculaire

Palmer SC, Cochrane database syst rev 2012

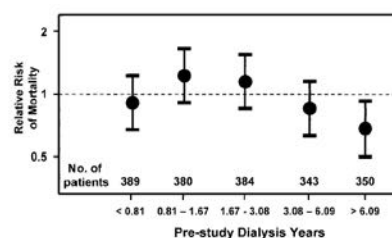
9

Membranes de dialyse et mortalité

HEMO study, relation entre perméabilité membranaire, survie et temps de dialyse



HEMO study,
haute versus basse perméabilité



Risque relatif de mortalité totale
haute contre basse perméabilité en fonction
de la durée de dialyse avant inclusion:
réduction du risque de mortalité
pour une durée de dialyse supérieure à 3,7 ans

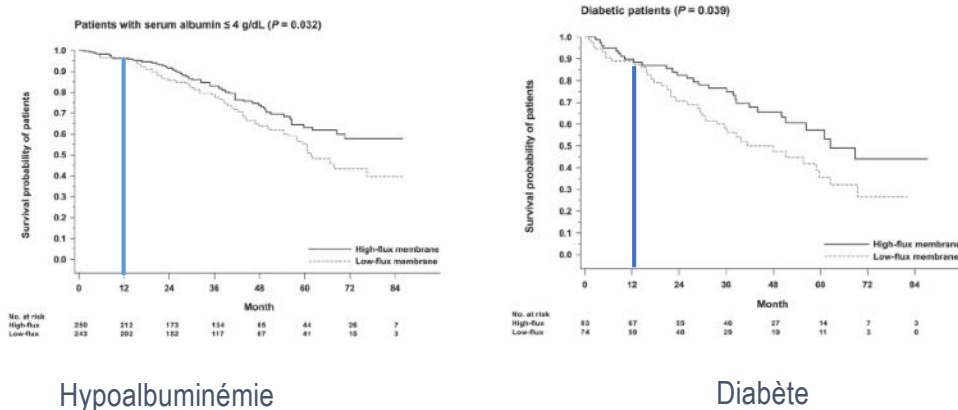
Eknoyan G, N Engl J Med 2002; 347:2010-2019

Cheung AK, J Am Soc Nephrol, 2003, 14(12):3251-63

10

Membranes de dialyse et mortalité

MPO mortalité globale et perméabilité membranaire
patients ayant une hypoalbuminémie et patients diabétiques



Locatelli F, J Am Soc Nephrol 2009, 20(3): 645–654

11

Membranes de dialyse et mortalité

- EGE Study Group (étude non incluse dans la méta-analyse)
 - 704 participants, en dialyse depuis au moins 3 mois,
 - avec une diurèse résiduelle < 250 mL/j
 - 4 groupes définis suivant la perméabilité membranaire et la qualité bactériologique du dialysat
 - survie sans événement cardiovasculaire et survie totale suivant les 4 groupes de randomisation

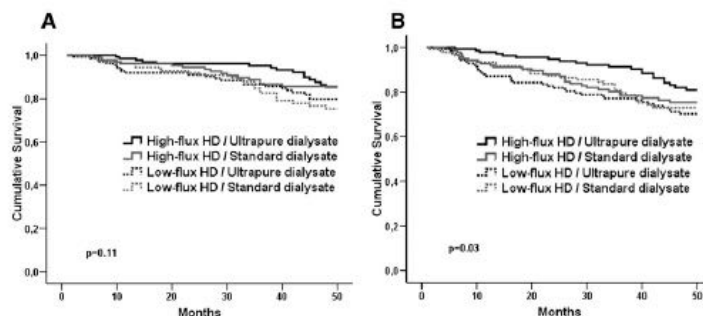


Figure 3. Cardiovascular event-free survival and overall survival. (A) event-free survival and (B) overall survival among the combination of treatment arms.

Asci G, J Am Soc Nephrol 2013, 24:1014-23

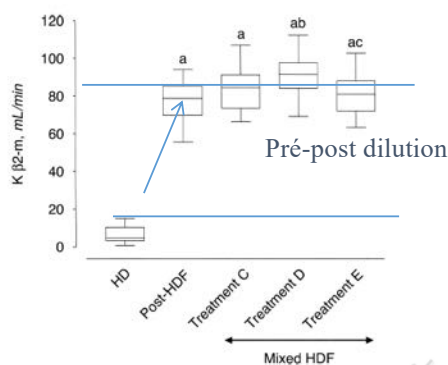
12

Prescrire une séance d'hémodiafiltration

Hémodiafiltration

- Type
 - Pré-dilution
 - Post-dilution
 - Pré-post dilution
 - Mid-dilution
- Prescription
 - Volume contrôle
 - Pression contrôle
 - Système automatisé
- Dialysat ultrapur
 - Dialysat ultrapur
 - < 10 UFC /100 mL
 - Endotoxines < 0.25 UI/mL
 - Liquide de réinjection :
 - 0 UFC/500 mL
 - Endotoxines < 0.05 UI/mL

Efficacité en termes de clairance des moyennes molécules



Pedrini LA, Kidney Int 2003 Oct;64(4):1505-13

13

Exemple de prescription

- Volume contrôle:
 - Débit sanguin prescrit: 300 ml/min
 - Débit d'eau plasmatisque calculé 180 ml/min, dépend de l'hématocrite et de la protidémie
 - Volume contrôle:
 - FF = 0,5, débit de ré-injection en post-dilution = 90 ml/min (5L/h)
 - En pré-dilution: 125 à 170 ml/min
- Pression contrôle
 - En pré-dilution, PTM à 200 mmHg
 - En post-dilution, PTM de 100 mmHg à 200 mmHg
 - Ou en mode automatisé : biofeedback sur PTM pour obtenir le maximum de volume ultrafiltré
 - Avec risques d'hémoconcentration et de coagulation réduit



14

Prescrire une séance d'hémodiafiltration

- Pré dilution
 - Perméabilité hydraulique critère principal
 - Doit être $> 40 \text{ à } 60 \text{ ml/h} \times \text{mmHg}$
- Post dilution
 - Perméabilité hydraulique reste le critère principal $> 40 \text{ à } 60 \text{ ml/h} \times \text{mmHg}$
 - Diamètre des fibres
 - Coagulabilité
 - Perte albumine
 - Avoir un débit de fistule permettant de ne pas avoir de recirculation d'accès vasculaire
 - Avoir un débit sanguin $\geq 300 \text{ mL/min}$



15

Dialysat en hémodiafiltration

- Si la composition du dialysat est maintenue identique en HD et HDF post-dilution
 - le transfert de potassium est majoré car concentration dans l'ultrafiltrat est supérieure à la concentration dans la réinjection
 - l'apport de calcium est augmenté car concentration dans l'ultrafiltrat est inférieure à la concentration dans la réinjection
 - la déplétion sodée est diminuée si le patient est hyponatrémique ou majorée si le patient est hypernatrémique: il faut rapprocher la conductivité dialysat de celle du patient
 - Globalement, le patient tend plus vite vers la cible égale à la concentration du dialysat
- En HDF pré-dilution,
 - Veillez à maintenir un débit dialysat conservé
 - Modification inverse par rapport à la post dilution



16

Hémodiafiltration

	Nbre de patients inclus	Suivi	Débit sang temps de dialyse	Volume d'infusion	Groupe contrôle	Réduction de mortalité
CONTRAST	714	3 ans	300 mL/min 226 min	20.7 L	HD basse perméabilité	•HR 0,95 [0,75-1,2], ns •Volume >20L: -39%
TURKISH	782	3 ans	310 mL/min 236 min	20.7 L	HD haute perméabilité	•HR 0,82 [0,59-1,16], ns •Volume > 17.4L: -46%
ESHOL	900	3 ans	387 mL/min 236 min	23.7L	HD haute perméabilité (exception 6%)	• HR 0,70 [0,53-0,92], p=0,01 • 23<Vol<25: -40% • Vol>25: -45%

Maduel F, J Am Soc Nephrol 2013, 24: 487-497
Ok E, Nephrol Dial Transplant 2013, 28: 192-202
Grooteman MPC, J Am Soc Nephrol 2012, 23(6): 1087-1096



17

Hémodiafiltration : Études randomisées

Analyse post-hoc de trois études randomisées HDF versus HD
CONTRAST 714 patients, ESHOL 906 pts, French study 391 pts, Turkish 782 pts, répartis en trois groupes selon le volume de convection

Mode	HD	OI-HDF	OI-HDF	OI-HDF
OI-HDF dose	NA	Lowest	Middle	Highest
Convection volume (l)	NA	18.0 (16.0-18.8)	21.0 (20.2-22.0)	25.7 (24.4-27.4)
Number	1393	433	447	435
Age (yr)	64.4 (14.8)	64.2 (14.3)	61.5 (14.8)	65.2 (13.7)
Female sex (%)	528 (38)	218 (50)	159 (36)	114 (26)
CVD (%)	499 (36)	157 (36)	130 (29)	168 (39)
Diabetes (%)	402 (29)	138 (32)	116 (26)	128 (29)
Dialysis vintage (mo)	34 (15-65)	32 (14-69)	33 (17-65)	29 (13-62)
Systolic BP (mmHg)	137.5 (22.8)	137.9 (21.4)	135.8 (21.1)	137.8 (23.4)
Diastolic BP (mmHg)	73.5 (13.6)	73.8 (11.8)	75.7 (13.1)	72.5 (13.9)
Vascular access, AVF	1175 (84)	368 (85)	397 (89)	372 (86)
Dialysis session duration (min)	233 (20)	226 (23)	234 (14)	240 (18)
Blood flow (ml/min)	335 (66)	304 (50)	334 (61)	387 (58)
Dialysis single-pool Kt/V	1.50 (0.30)	1.46 (0.28)	1.53 (0.29)	1.63 (0.32)
Hemoglobin (g/dl)	11.7 (1.6)	11.7 (1.5)	11.8 (1.4)	11.8 (1.5)
Beta-2 microglobulin (mg/l)	27.7 (11.9)	27.6 (11.7)	26.2 (9.7)	26.6 (12.2)
Albumin (g/dl)	3.98 (0.41)	3.89 (0.40)	3.99 (0.39)	4.10 (0.40)
Creatinine (mg/dl)	8.42 (2.63)	8.26 (2.47)	8.46 (2.44)	8.47 (2.53)
Body surface area (m ²)	1.77 (0.22)	1.72 (0.23)	1.77 (0.20)	1.80 (0.20)
BMI post dialysis (kg/m ²)	25.2 (4.6)	24.7 (5.0)	24.9 (4.6)	25.8 (4.8)
Weight (kg)	68.7 (15.4)	66.2 (14.6)	68.9 (13.7)	71.5 (14.5)
Total body water (l)	35.1 (6.5)	34.6 (6.7)	35.3 (6.2)	35.0 (6.2)

AVF, arteriovenous fistula; BMI, body mass index; BP, blood pressure; CVD, cardiovascular disease; HD, hemodialysis; NA, not applicable; OI-HDF, online hemodiafiltration. Pre-dialysis hemoglobin and biochemical variables. Results expressed as number, percentage (%), or mean (s.d.) or median (interquartile range). History of CVD and diabetes mellitus (diabetes).

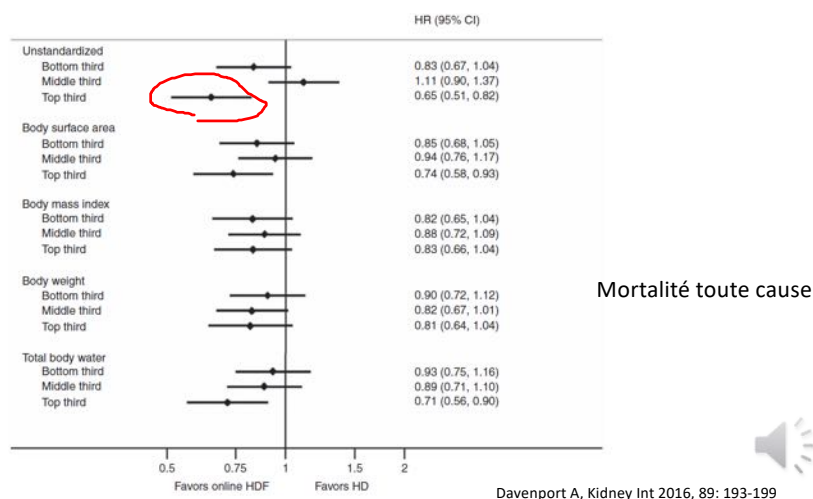


Davenport A, Kidney Int 2016, 89: 193-199

18

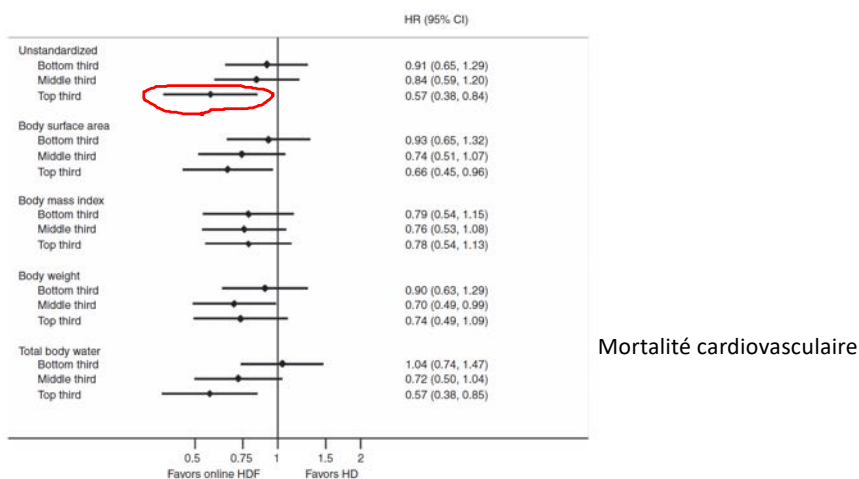
Hémodiafiltration : Études randomisées

- 64 ± 15 ans, 2.5 année de suivie
- Analyse ajustée sur âge, sexe, albumine et créatinine à l'entrée, diabète, maladie cardiovasculaire
- Volume de convection normalisé sur surface corporelle, poids, IMC, volume d'eau totale



19

Hémodiafiltration : Études randomisées



Résultats identiques en excluant les patients transplantés
Et quelle que soit la surface corporelle ($<1.73\text{m}^2$, $\geq 1.73\text{m}^2$) ou le volume d'eau totale ($<35\text{L}$, $\geq 35\text{L}$)

Davenport A, Kidney Int 2016, 89: 193-199

20

Meta-analysis of randomized trials HD versus HDF

All cause mortality,
Crude analysis, pooled data of the 4 randomized trials
With a follow-up after the completion of the trial

Cause	HD			HDF			HR (95% CI) for HDF versus HD
	n	Events	Events/100 PY	n	Events	Events/100 PY	
All-causes	1369	410	12.10	1367	359	10.45	0.86 (0.75; 0.99)
Cardiovascular disease	1302	164	4.84	1289	128	3.73	0.77 (0.61; 0.97)
Infections	1302	77	2.27	1289	73	2.13	0.94 (0.68; 1.30)
Sudden death	1302	56	1.65	1289	56	1.63	0.99 (0.68; 1.43)

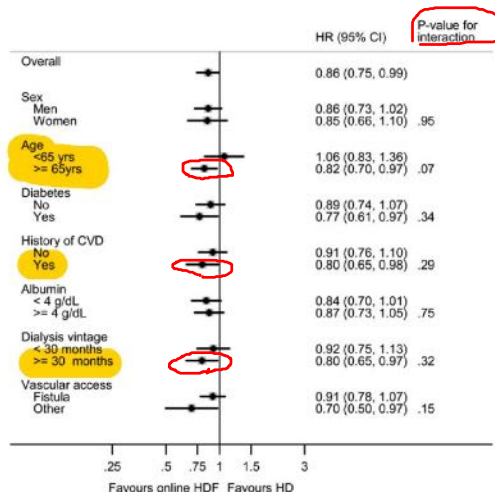
PY, person years.

Peters S, Nephrol Dial transplant 2016

21

Meta-analysis of randomized trials HD versus HDF

All-cause mortality, sensibility analysis



Peters S, Nephrol Dial transplant 2016

22

Dernière étude randomisée : CONVINC

Table 2. Primary and Secondary Outcomes.^a

Variable	High-Dose Hemodiafiltration (N = 683)		High-Flux Hemodialysis (N = 677)		Hazard Ratio (95% CI) [†]
	no. (%)	no. of events/ 100 patient-yr (95% CI)	no. (%)	no. of events/ 100 patient-yr (95% CI)	
Primary outcome					
Death from any cause	118 (17.3)	7.13 (5.90–8.54)	148 (21.9)	9.19 (7.77–10.79)	0.77 (0.65–0.93)
Secondary outcomes					
Death					
Cardiovascular	31 (4.5)	1.87 (1.27–2.66)	37 (5.5)	2.30 (1.62–3.17)	0.81 (0.49–1.33)
Noncardiovascular	87 (12.7)	5.26 (4.21–6.48)	111 (16.4)	6.89 (5.67–8.30)	0.76 (0.59–0.98)
Infection-related					
Including Covid-19	38 (5.6)	2.30 (1.62–3.15)	54 (8.0)	3.35 (2.52–4.37)	0.69 (0.49–0.96)
Excluding Covid-19	23 (3.4)	1.39 (0.88–2.09)	33 (4.9)	2.05 (1.41–2.88)	0.68 (0.42–1.10)
Fatal or nonfatal cardiovascular outcome [‡]	136 (19.9)	9.05 (7.60–10.71)	126 (18.6)	8.48 (7.07–10.10)	1.07 (0.86–1.33)
Kidney transplantation	75 (11.0)	4.80 (3.77–6.01)	71 (10.5)	4.72 (3.69–5.96)	1.01 (0.71–1.44)
Recurrent hospitalization — no. [§]					
For any nonfatal cause	998	61.34 (57.59–65.27)	895	56.36 (52.73–60.18)	1.11 (0.98–1.25)
Infection-related					
Including Covid-19	234	14.32 (12.54–16.28)	219	13.92 (12.14–15.88)	1.06 (0.86–1.30)
Excluding Covid-19	152	9.34 (7.92–10.95)	156	9.82 (8.34–11.49)	0.97 (0.74–1.26)

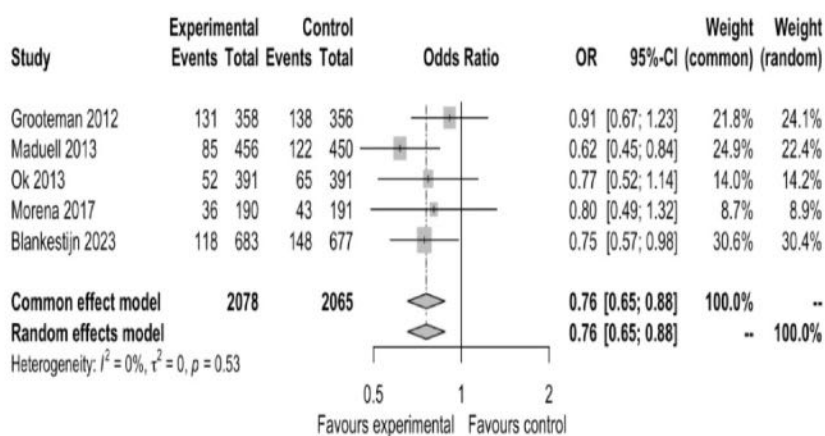
Infused volume + weight loss = 23 ± 1 litres in 92% of the sessions

Blankestijn P N Engl J Med 2023

23

HDF versus HD

Méta-analyse des études randomisées, 3505 patients inclus



EUDIAL, Nephrol Dial transplant 2024, 39:1034

24

HDF versus HD

Mortalité toute cause

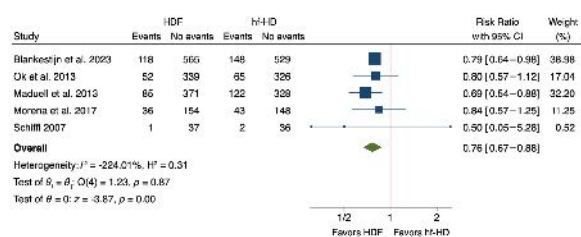


FIGURE 2 Forest plot for all-cause mortality comparing haemodiafiltration (HDF) and high-flux haemodialysis (h/H-D).

Mortalité cardiovasculaire

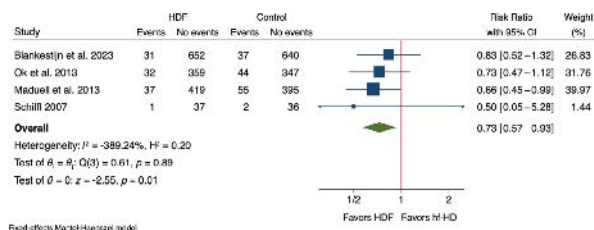


FIGURE 3 Forest plot for cardiovascular mortality comparing haemodiafiltration (HDF) and high-flux haemodialysis (h/H-D).

Hemodialysis International 2024, 28: 139-147

25

HDF versus HD

	Haemodialysis			Haemodiafiltration			Hazard ratio (95% CI) for haemodiafiltration vs haemodialysis
	n	Events	Events per 100 person-years	n	Events	Events per 100 person-years	
All-cause mortality (primary outcome)	2046	559	11.18	2050	477	9.37	0.84 (0.74-0.95)
Cardiovascular mortality	1979	202	4.04	1972	160	3.14	0.78 (0.64-0.96)
Cardiac causes	1979	117	2.34	1972	80	1.57	0.67 (0.50-0.89)
Non-cardiac causes	1979	32	0.64	1972	39	0.77	1.20 (0.75-1.91)
Unclassified	1979	53	1.06	1972	41	0.83	0.78 (0.52-1.17)
Infection-related mortality, including COVID-19	1677	118	2.36	1691	96	1.89	0.80 (0.61-1.04)
Infection-related mortality, excluding COVID-19	1677	97	1.94	1691	81	1.59	0.82 (0.61-1.10)
Sudden death	1979	98	1.96	1972	84	1.65	0.84 (0.63-1.12)
Transplantation	2070	162	2.80	2083	193	2.98	1.14 (0.92-1.41)

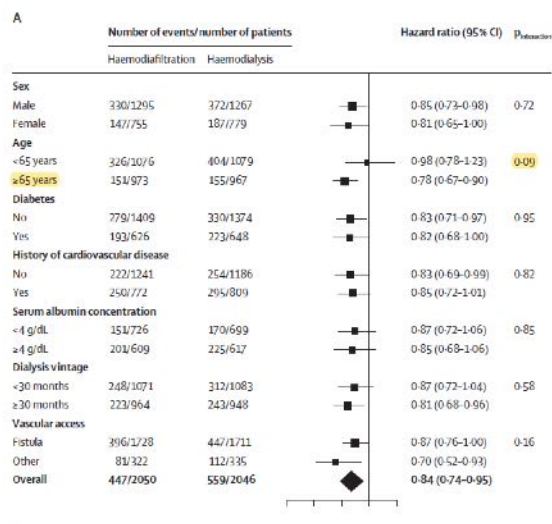
Table 2: Primary and secondary outcomes

RWM Vernooij, Lancet 2024, 404: 1742-49

26

HDF versus HD

Analyse de sensibilité



Analyse en fonction du débit convectif : réinfusion + perte de poids

		Standard haemodialysis n=2070	Haemodiafiltration convection volume, L per session		
			<19 (n=370)	19-23 (n=641)	>23 (n=959)
All-cause mortality					
Unadjusted	Reference	0.92 (0.74-1.15)	0.93 (0.78-1.11)	0.70 (0.59-0.83)	
Adjusted*	Reference	0.85 (0.67-1.08)	1.06 (0.87-1.29)	0.63 (0.50-0.79)	
Cardiovascular mortality					
Unadjusted	Reference	0.98 (0.68-1.41)	0.76 (0.56-1.04)	0.74 (0.55-0.98)	
Adjusted*	Reference	0.99 (0.68-1.44)	0.84 (0.60-1.16)	0.58 (0.40-0.85)	
Cardiac cardiovascular death					
Unadjusted	Reference	0.71 (0.39-1.28)	0.58 (0.37-0.92)	0.74 (0.52-1.06)	
Adjusted*	Reference	0.75 (0.41-1.37)	0.65 (0.40-1.04)	0.62 (0.40-0.97)	
Infection-related mortality, including COVID-19					
Unadjusted	Reference	1.14 (0.70-1.85)	0.95 (0.63-1.44)	0.57 (0.39-0.82)	
Adjusted*	Reference	1.02 (0.59-1.77)	1.22 (0.73-2.03)	0.51 (0.28-0.93)	
Infection-related mortality, excluding COVID-19					
Unadjusted	Reference	1.21 (0.74-1.99)	1.04 (0.68-1.61)	0.51 (0.34-0.78)	
Adjusted*	Reference	1.02 (0.59-1.77)	1.22 (0.73-2.03)	0.51 (0.28-0.93)	

*Adjusted for age, sex, creatinine, history of cardiovascular disease, and history of diabetes.

Table 3: All-cause and cause-specific mortality by convection volume (with standard haemodialysis as a reference)

*Adjusted for age, sex, creatinine, history of cardiovascular disease, and history of diabetes.

Table 3: All cause and cause-specific mortality by convection volume (with standard haemodialysis as a reference)

RWM Vernooij, Lancet 2024, 404: 1742-49

27

Comparer les programmes de dialyse en termes d'épuration et de morbi-mortalité

Fréquence /semaine	Temps (h)	eKt/V par séance	Std weekly Kt/V (ml/min)	SRI (ml/min)	EKR (ml/min)
3 fois	4	1.2	2.2	2.0	12.9
6 fois	2	0.6	2.8 (x1.2)	2.3	13.9 (1.07)
7 fois	2 (x1.1)	0.6	3.3 (x1.5)	3.3	16.2
7 fois	8 (x4.6)	2.4	8.1 (x3.6)	8.1	55 (x4.2)

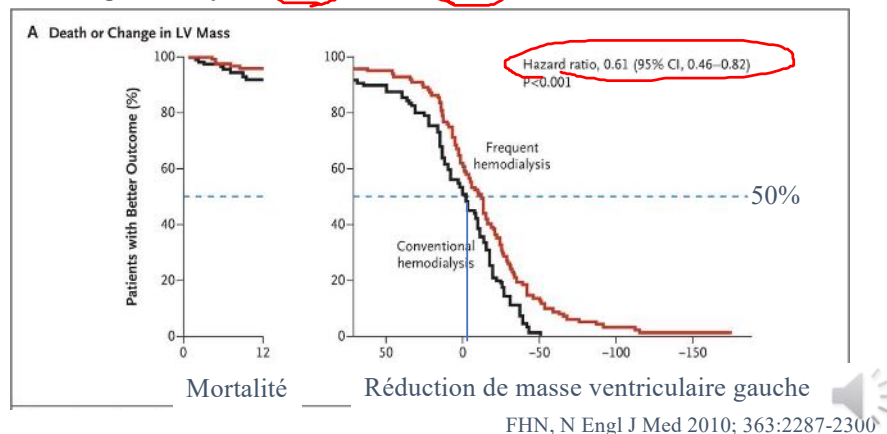
- eKt/V : equilibrated ou double pool
- Std Kt/V : standard sur la semaine = transfert de masse / urée moyenne pré dialyse
- SRI : solute removal index = transfert de masse / concentration au pic maximum d'urée
- EKR : clairance équivalente pour obtenir la même urée moyenne hebdomadaire

Tatterstall J, EBPG dialysis strategies guidelines Nephrol Dial Transplant 2007, 22 Suppl 2:ii5-21

28

Comparaison de différents schémas

- Frequent Hemodialysis Network study
 - Étude randomisée
 - Dialyse conventionnelle versus dialyse quotidienne
 - Kt/V hebdomadaire 2.49 vs 3.54,
 - Temps de dialyse 10.4h versus 12.7h



29

Comparer les programmes de dialyse en termes d'épuration et de morbi-mortalité

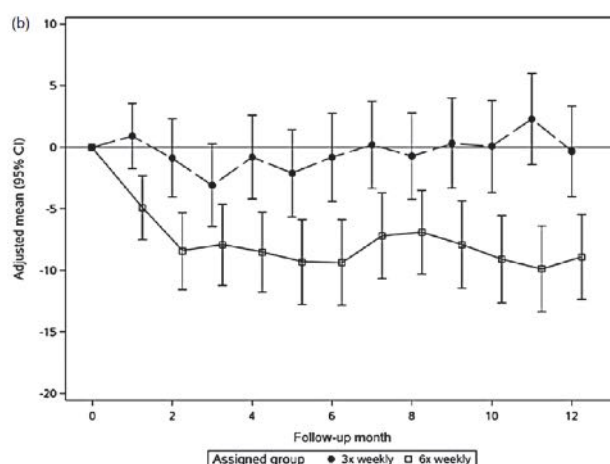
Critères secondaires	Inclusion	12 mois	P value
Dépression (Beck index)	...	...	ns
Albuminémie (g/L)	39	39	ns
CHD	39	40	ns
FHD			
Phosphore préD (mmol/L)	1.81	1.80	0.002
CHD	1.88	1.67	
FHD			
EPO (UI/mois)	57 070	53 093	ns
CHD	56 176	41 877	
FHD			
PAS pré dialyse (mmHg)	146	147	<0.001
CHD	147	137	
FHD			
Antihypertenseur (n)	2.8	2.58	<0.001
CHD	2.69	1.82	
FHD			

FHN, N Engl J Med 2010;363:2287-2300

30

Comparer les programmes de dialyse en termes d'épuration et de morbi-mortalité

Évolution de la Pression artérielle systolique



Kotanko P, Hemodialysis Int 2015

31

Comparer les programmes de dialyse en termes d'épuration et de morbi-mortalité

Table 3 Frequency of sessions associated with intradialytic hypotensive episodes (IDHEs)

Trial	Type of IDHE	Count of sampled dialysis sessions* with and without IDHE		Relative risk (95% CI)	P value ^b
		3x weekly group	6x weekly group		
Daily	No symptoms of hypotension	2973	5945		
	1) Symptoms of hypotension led to lowering of UF rate or reduced blood flow	218	293	1.26 (0.89, 1.77)	0.18
	2a) Symptoms of hypotension led to administration of saline	129	209	1.53 (1.11, 2.09)	0.0086
	2b) Symptoms of hypotension led to lowering of UF rate and administration of saline	120	220		
Nocturnal	No symptoms of hypotension	1261	2159		
	1) Symptoms of hypotension led to lowering of UF rate or reduced blood flow	43	38	0.85 (0.33, 2.17)	0.74
	2a) Symptoms of hypotension led to administration of saline	51	11	0.35 (0.18, 0.69)	0.0024
	2b) Symptoms of hypotension led to lowering of UF rate and administration of saline	37	19		

*Dialysis session data recorded over periods of 1 wk each month.

^bTop relative risk statistics and P values reflect tests for whether patients in 1 treatment group were more likely to experience sessions associated with IDHEs, which were treated by reducing the UF rate only (IDHE category 1). Bottom statistics reflect tests for whether patients in 1 treatment group were more likely to experience sessions associated with IDHEs, which were treated with saline (IDHE categories 2a and 2b).

CI = confidence interval; UF = ultrafiltration.

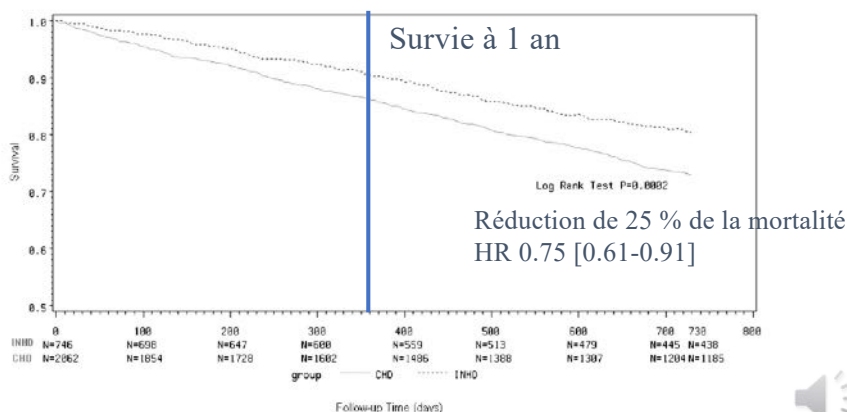
Moins d'hypotension artérielle per-dialytique relativement au nombre de séance en HD courte x 6/semaine
 Mais plus d'épisodes hypotensifs en nombre absolu
 Pouvant expliquer la perte plus rapide de la fonction rénale résiduelle en HD quotidienne
 Moins d'épisodes hypotensifs per-dialytiques en HD longue nocturne

Kotanko P, Hemodialysis Int 2015

32

Comparer les programmes de dialyse en termes d'épuration et de morbi-mortalité

959 patients en dialyse longue x 3 /semaine
comparés à 2062 contrôles en dialyse 3 x 4h00
Étude d'observation
Risque du biais d'indication



Lacson E Jr, J Am Soc Nephrol 2012; 23(4):687-95

33

Comparer les programmes de dialyse en termes d'épuration et de morbi-mortalité

CHD (three times weekly, 3.5-4 h/treatment), EHD (three times weekly, ≥ 6 h/treatment)
Étude observationnelle

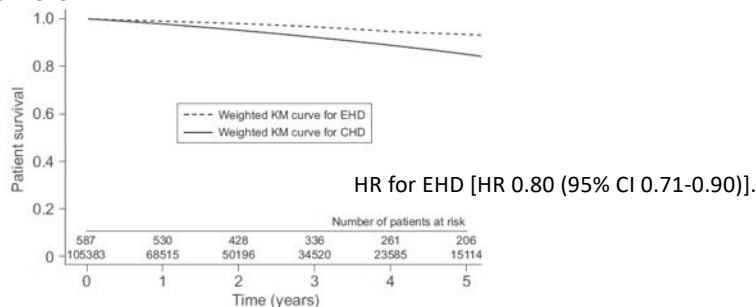


FIGURE 2: Weighted (IPT and IPC) Kaplan-Meier (KM) curves for EHD (dashed line) and CHD (solid line). We show the number of patients at risk of death per year at the bottom of the graph for EHD (top row) and CHD (bottom row).

Jansz TT, Nephrol Dial Transplant 2020; 35: 488

34

Extended dialysis time and cardiac parameters

- 200 hemodialyzed subjects randomized 12 versus 24 hours of HD per week
- At 1 year, no improvement in EuroIQoL-5
- No difference in the cardiac parameters course evaluated by CMR at 1 year

Table 4. Difference in Change in CMR Parameters by Treatment Allocation: Effect of Treatment Allocation Estimated by Linear Regression of Change in CMR Parameter Adjusted by Treatment Allocation and Baseline Value

CMR parameters	Baseline value		End-of-study value		Treatment effect (95% CI; <i>P</i> value)
	Standard	Extended	Standard	Extended	
Left ventricular mass (g)	192.1 (57.4)	195.2 (76.3)	185.2 (61.3)	178.9 (72.6)	−8.8 (−24.7, 7.2); <i>P</i> = 0.28
Left ventricular mass index (g/m ²)	103.6 (30.7)	106.5 (36.4)	100.4 (35.2)	96.8 (36.8)	−6.0 (−14.8, 2.7); <i>P</i> = 0.18
End-diastolic volume (mL)	139.7 (41.83)	145.0 (43.78)	138.9 (40.2)	137.5 (40.9)	−4.4 (−17.6, 8.7); <i>P</i> = 0.50
Ratio of LV to EDV (g/mL)	1.43 (0.43)	1.39 (0.46)	1.39 (0.51)	1.32 (0.39)	−0.04 (−0.18, 0.10); <i>P</i> = 0.57
Ejection fraction (%)	62.0 (12.5)	65.8 (10.1)	61.6 (13.9)	64.4 (10.5)	0.21 (−3.69, 4.12); <i>P</i> = 0.91
Stroke volume (mL)	84.8 (25.2)	94.9 (24.0)	84.1 (27.8)	88.5 (25.5)	−1.77 (−11.06, 7.52); <i>P</i> = 0.71

CMR, cardiac magnetic resonance imaging; EDV, end-diastolic volume; LV, left ventricular.

Smyth B, J Cardiac failure 2020, 26: 482

35

Recommendations

- Guideline 1.1

Dialysis should be delivered at least 3 times per week and the total duration should be at least 12 h per week, unless supported by significant renal function. See also Guideline 4.1. (Evidence level III)

- Guideline 1.2

An increase in treatment time and/or frequency should be considered in patients with haemodynamic or cardiovascular instability. (Evidence level II)

- Guideline 1.3

Dialysis treatment time and/or frequency should be increased in patients who remain hypertensive despite maximum possible fluid removal. (Evidence level III)

- Guideline 1.4

An increase of treatment time and/or frequency should be considered in patients with impaired phosphate control. (Evidence level III)

- Guideline 1.5

An increase of dialysis time and/or frequency should be considered in malnourished patients. (Opinion)



Tattersall J; EBPG guideline on dialysis strategies. Nephrol Dial Transplant. 2007;22 Suppl 2:ii5-21

36

Recommendations

- Guideline 2.1

The use of synthetic **high-flux membranes** should be considered to delay long-term complications of haemodialysis therapy. Specific indications include;

- To reduce dialysis-related amyloidosis (III)
- To improve control of hyperphosphataemia (II)
- To reduce the increased cardiovascular risk (II)
- To improve control of anaemia (III)

- Guideline 2.2

In order to exploit the high permeability of high-flux membranes, **on-line haemodiafiltration or haemofiltration should be considered.**

The exchange volumes should be as high as possible, with consideration of safety. (Evidence level II).



Tattersall J; EBPG guideline on dialysis strategies. Nephrol Dial Transplant. 2007;22 Suppl 2:ii5-21

37

Recommendations

- Guideline 3.1

Delivered dialysis dose should be measured **at least monthly.** (Opinion)

- Guideline 3.2

Dialysis dose should be measured using a validated method comparable with the reference method. The reference method is formal urea kinetic modelling using pre- and post-dialysis blood samples and taking ultrafiltration, urea generation and the post-dialysis rebound into account. (Opinion)

- Guideline 3.3

Renal function may be taken into account in the dose measurement provided it is measured frequently enough to avoid overestimation as GFR falls, typically every 2 months. (Opinion)

- Guideline 3.4

For three times weekly dialysis, dose should be quoted as eKt/V. For schedules other than three times weekly, **dose should take frequency into account and be quoted as weekly standard Kt/V (stdKt/V), solute removal index (SRI) or equivalent renal clearance (EKR).** (Opinion)



Tattersall J; EBPG guideline on dialysis strategies. Nephrol Dial Transplant. 2007;22 Suppl 2:ii5-21

38

Recommendations

- Guideline 4.1

In anuric patients, treated by three times per week dialysis, the prescribed target eKt/V should be **at least 1.2**. Higher doses, **up to 1.4** should be considered **in females and those patients with high comorbidity**. (Evidence level III)

- Guideline 4.2

For patients with renal function or those with dialysis schedules other than three times per week, weekly dialysis dose should be at least equivalent to an SRI of 2. (Evidence level IV)

Tattersall J; EBPG guideline on dialysis strategies. Nephrol Dial Transplant. 2007;22 Suppl 2:ii5-21



39

Recommendations

Table 1. Comparison of dose measures for differing dialysis schedules and renal function

Renal function GFR (ml/min)	Dialysis prescription Frequency (per week)	Time (h)	Dialysis dose (per session)		Total clearance, renal + dialysis (per week)		
			eKt/V	spKt/V	stdKt/V	SRI	EKRc (ml/min)
8	No dialysis	0	0	0	2.0	2.0	8.0
5	2	2	1.2	1.4	2.4	2.3	13.4
3	3	3	1.8	2.2	2.3	2.2	14.4
2	3	3	0.9	1.1	2.3	2.0	12.1
0	3	4	1.2	1.4	2.2	2.0	12.9
0	3	8	2.4	2.9	3.1	2.5	21.2
0	Alternate day	4	1.2	1.4	2.6	2.6	15.2
0	6	2	0.6	0.7	2.8	2.3	13.8
0	7	2	0.6	0.7	3.3	3.3	16.2
0	7	8	2.4	2.9	8.1	8.1	55.1

In each case, V is 40 l, and dialyser clearance is 236 ml/min. For the dialytic schedules, fluid weight gain is 1 l/day.

European Best Practice Guidelines Nephrol Dial Transplant 2007, 22, suppl 2: 5-21



40

Recommandations

- **Guideline 2: Frequent and Long Duration Hemodialysis**
- In-center Frequent HD2.1We suggest that patients with end-stage kidney disease be offered in-center short frequent hemodialysis as an alternative to conventional in-center thrice weekly hemodialysis after considering individual patient preferences, the potential quality of life and physiological benefits, and the risks of these therapies. (2C)
- 2.2We recommend that patients considering in-center short frequent hemodialysis be informed about the risks of this therapy, including a possible increase in vascular access procedures (1B) and the potential for hypotension during dialysis. (1C)
- Home Long HD2.3Consider home long hemodialysis (6-8 hours, 3 to 6 nights per week) for patients with end-stage kidney disease who prefer this therapy for lifestyle considerations. (Not Graded)
- 2.4We recommend that patients considering home long frequent hemodialysis be informed about the risks of this therapy, including possible increase in vascular access complications, potential for increased caregiver burden, and possible accelerated decline in residual kidney function. (1C)
- Pregnancy2.5During pregnancy, women with end-stage kidney disease should receive long frequent hemodialysis either in-center or at home, depending on convenience. (Not Graded)

KDOQI, Am J Kidney Dis 2015, 66(5): 884-930



41

Recommandations

- 3.1We 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)
- 3.2In 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)
- 3.3For 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.

$$\text{stdKt/V} = \frac{10,080 \frac{1-e^{-\text{stdKt/V}}}{\text{stdKt/V}}}{\frac{1-e^{-\text{stdKt/V}}}{\text{stdKt/V}} + \frac{10,080}{Nt} - 1} = S$$

$$\text{stdKt/V} = \frac{S}{1 - \frac{0.74}{F} \left[\frac{U_r}{V} \right]} + K_r \frac{10,080}{V}$$

N=F=nombre de séances /semaine

U_f= volume ultrafiltré /semaine

K_r fonction rénale résiduelle

stdKt/V calculator, JASN 2021, 32: 2112



42

Recommandations

- Reco 2006, Prise en compte de la fonction rénale résiduelle

- Maintenir un SRI de 2 soit clairance équivalente de 12 mL/min

- En deux fois par semaine :

$$\frac{Kt}{V_{dp}} = \frac{12 - Kr}{6,2}$$

- En trois fois par semaine :

Kr= clairance rénale résiduelle

$$\frac{Kt}{V_{dp}} = \frac{12 - Kr}{10}$$



43

Recommandations

- 4.1 We recommend that patients with low residual kidney function (< 2 mL/min) undergoing thrice weekly hemodialysis be prescribed a bare minimum of 3 hours per session. (1D)
 - 4.1.1 Consider additional hemodialysis sessions or longer hemodialysis treatment times for patients with large weight gains, high ultrafiltration rates, poorly controlled blood pressure, difficulty achieving dry weight, or poor metabolic control (such as hyperphosphatemia, metabolic acidosis, and/or hyperkalemia). (Not Graded)
- 4.2 We recommend both reducing dietary sodium intake as well as adequate sodium/water removal with hemodialysis to manage hypertension, hypervolemia, and left ventricular hypertrophy. (1B)
 - 4.2.1 Prescribe an ultrafiltration rate for each hemodialysis session that allows for an optimal balance among achieving euvolemia, adequate blood pressure control and solute clearance, while minimizing hemodynamic instability and intradialytic symptoms. (Not Graded)
- 5.1 We recommend the use of biocompatible, either high or low flux hemodialysis membranes for intermittent hemodialysis. (1B)



44

HD incrémentale

- Input : stdKt/V cible 2,3
- Input : spKt/V 1,4 avec séance de 240 minutes
- Input : poids, V
- stdKt/V calculator évalue le temps de dialyse nécessaire en cas de fonction rénale résiduelle et en fonction du nombre de séances par semaine (2 ou 3)
- Résultats à moduler par la prise de poids pour rester avec une UF horaire inférieure à 13 ml/kg et une bonne tolérance hémodynamique
- Et avec les données K, Ph, bicar

Poids / Kru	Kru 0	2 ml/min	5 ml/min
60 kg x 2 HD/sem	732 min	287 min	82 min
x 3 HD/sem	245 min	147 min	52 min
80 kg x 2 HD/sem	767 min	357 min	144 min
x 3 HD/sem	248 min	169 min	85 min

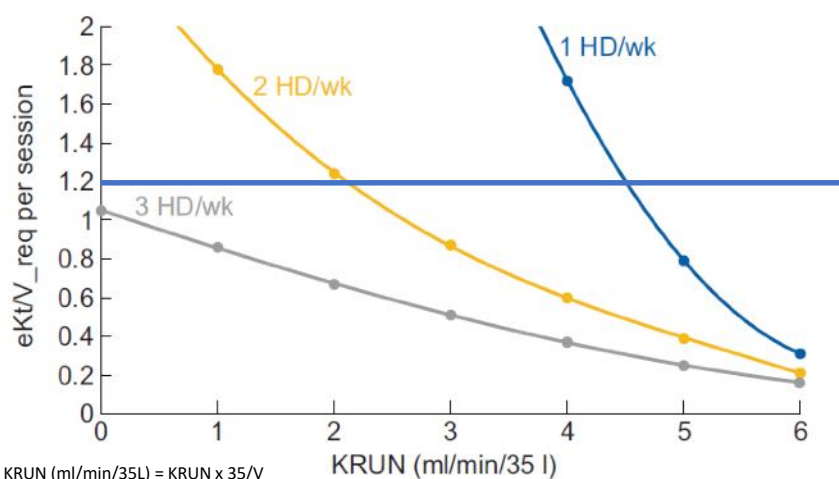
stdKt/V calculator, JASN 2021, 32: 2112



45

Hémodialyse incrémentale

A eKt/V required for stdKt/V=2.1



KRUN (ml/min/35L) = KRUN x 35/V

Clin Kidney J 2024, 17, 2 Pro/con debate



46

HD incrémentale

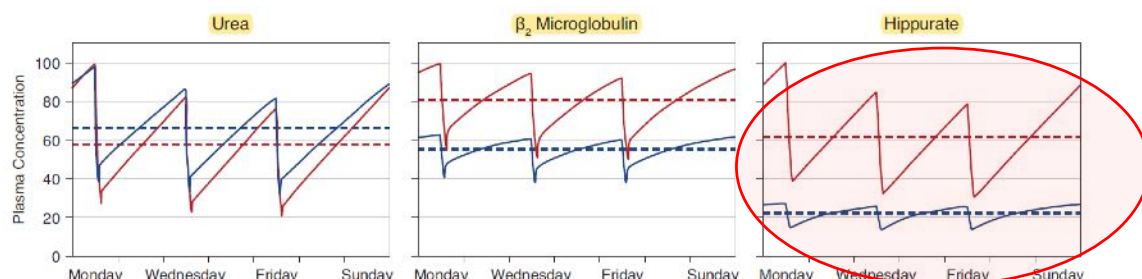


Figure 3. The effect of residual function on the plasma levels of different uremic solutes. Predicted plasma solute levels in a patient with no residual function (red lines) and with a K_{ru} of 2 ml/min (blue lines) dialyzed thrice weekly to provide a stdKt/V of 2.3 calculated using the KDOQI 2015 update. The treatment time is 210 minutes in the patient without residual function and 130 minutes in the patient with residual function. Peak (solid line) and time averaged (dashed line) concentrations of urea are slightly higher in the patient with residual function (left panel). At the same stdKt/V , however, the patient with residual function has lower plasma concentrations of β_2 microglobulin (middle panel) and even more markedly lower concentrations of hippurate (right panel). Reviewing the figure, it is tempting to increase the weighting of residual function above the level assigned in the 2015 update as described by Casino and Basile.² Modeled for a patient with characteristics described in Supplement 3.

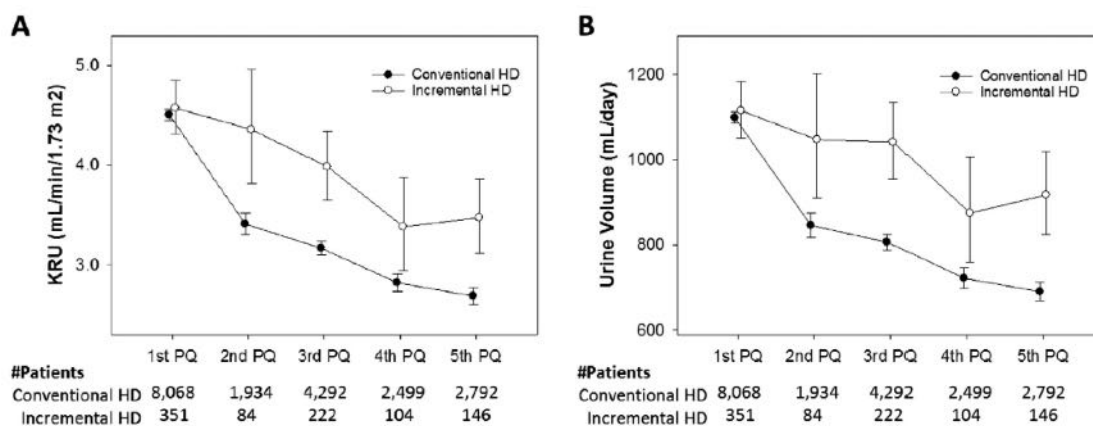
stdKt/V calculator, JASN 2021, 32: 2112



47

HD incrémentale

Étude longitudinale de cohorte
Données USRDS



Obi Y, Am J Kidney Dis 2016, 68(2) : 256



48

HD incrémentale

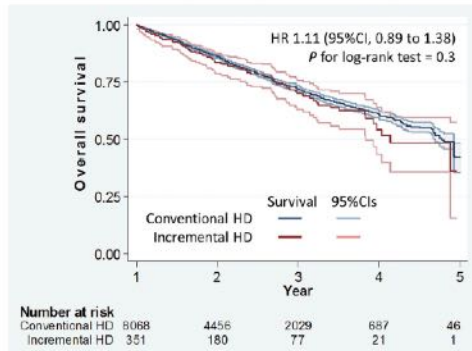


Figure 3. Kaplan-Meier survival curve and confidence intervals (CIs) for all-cause death after year 1 in the matched cohort of 8,419 patients. Abbreviations: HD, hemodialysis; HR, hazard ratio.

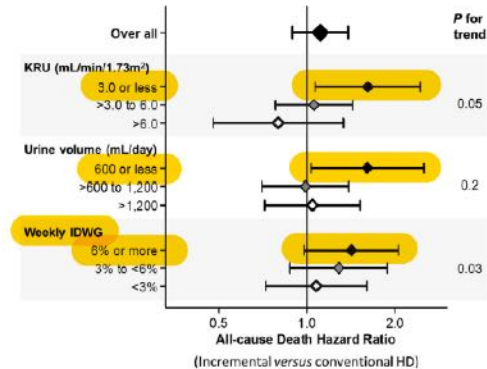


Figure 4. Overall and subgroup analyses of the association of the incremental regimen (vs conventional regimen) with all-cause mortality in the matched cohort of 8,419 patients. Points and error bars represent point estimates and 95% confidence intervals, respectively. Abbreviations: HD, hemodialysis; IDWG, interdialytic weight gain; KRU, residual renal urea clearance.

Prendre la précaution de dire au patient que le schéma de dialyse évoluera avec la diminution de la fonction rénale

Obi Y, Am J Kidney Dis 2016, 68(2) : 256

49

HD incrémentale

48 patients randomisés HD conventionnelle vs HD incrémentale, suivi 12 mois

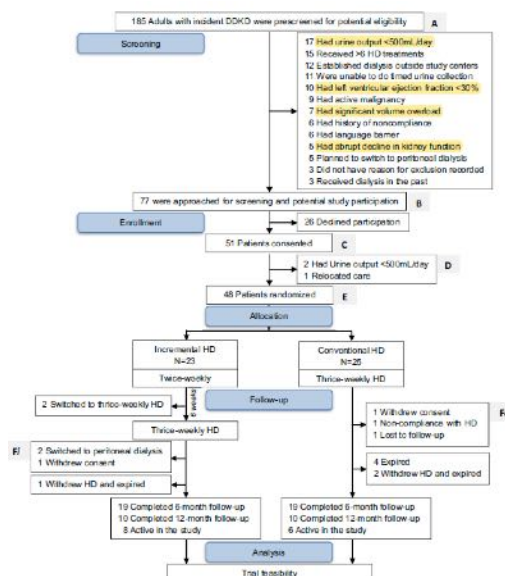


Table 2. Serious Adverse Events According to Trial Group

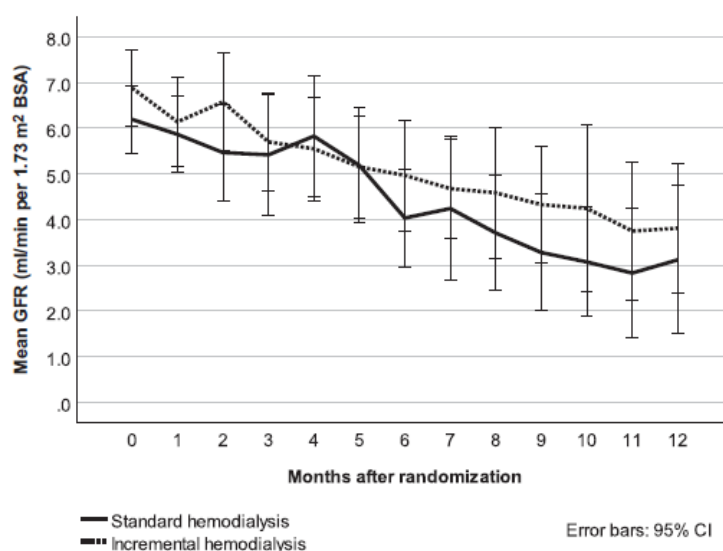
Event	Incremental HD	Conventional HD
No. of patients in analysis	22	22
Days in study, per patient	288.9 ± 80.3	275.3 ± 98.0
No. of patients hospitalized	11	12
Total no. of hospitalizations	19	33
Total days hospitalized	71	172
Hospitalization rate, per 1,000 person-days ^a	11.0 (8.6-13.6)	26.3 (22.5-30.5)
Cumulative hospitalization rate, per person-year ^b	1.06 (0.64-1.66)	1.84 (1.31-2.59)
Time to first hospitalization, days	30.0 [17.0-94.0]	58.0 [17.0-110.0]
Proportion of hospitalizations in the first 90 days	42% (8/19)	33% (11/33)
Length of hospital stay, days (per hospitalization, per person)	2.0 [2.0-5.0]	5.0 [2.5-6.5]
Patients with ≥1 hospitalization	3/22 (14%)	7/22 (32%)
Hospitalization cause ^c		
Cardiovascular	1 (5%)	4 (12%)
Cerebrovascular	4 (21%)	1 (3%)
Fluid management	—	6 (18%)
Hyperkalemia	1 (5%) ^d	—
Encephalopathy	—	5 (15%)
Vascular access infection	2 (11%)	—
Vascular access complication, noninfectious	—	1 (3%)
Infection, not related to vascular access	4 (21%)	9 (27%)
Other	6 (32%)	7 (21%)
All-cause death rate, per 1,000 person-days	0.15 (0.004-0.85)	0.92 (0.34-1.98)

Murea M, Am J Kidney Dis 2022, 80: 227

50

HD incrémentale

55 patients randomisés HD conventionnelle vs incrémentale, suivis 12 mois



Vilar E, Kidney Int 2022, 101: 615

51

HD incrémentale

Table 2 | Summary of serious adverse events and reportable adverse events

Outcomes	Standard HD arm	Incremental HD arm	Crude IRR (95% CI) ^a	P value ^b
Patient-months in study, N	204.8	287.0		
Hospitalization events, n (hospitalization rate per person-years)	32 (1.87)	14 (0.59)	0.31 (0.17–0.59)	<0.001 ^c
Days hospitalized, N	311	81		0.22 ^d
Deaths, n (events per person-years)	3 (0.18)	3 (0.13)	0.71 (0.14–3.54)	0.71 ^c
Adverse events, n (events per person-years)				
Major adverse cardiovascular	2 (0.12)	1 (0.04)	0.36 (0.03–3.94)	0.36 ^c
Vascular access	13 (0.76)	9 (0.38)	0.49 (0.21–1.16)	0.10 ^c
Hyperkalemia	4 (0.23)	1 (0.04)	0.18 (0.02–1.60)	0.11 ^c
Fluid overload	3 (0.18)	2 (0.08)	0.48 (0.08–2.85)	0.49 ^c
Respiratory infection	7 (0.41)	5 (0.21)	0.51 (0.16–1.61)	0.25 ^c
Other important medical events or hospitalizations unrelated to dialysis	15 (0.88)	6 (0.25)	0.29 (0.11–0.74)	0.009 ^c
SAEs probably or possibly related to dialysis regime ^e				
Events, n (events per person-years)	32 (1.87)	21 (0.88)	0.47 (0.27–0.81)	0.007 ^c
Proportion of patients experiencing ≥1 event	50%	52%		0.56 ^f

CI, confidence interval; HD, hemodialysis; IRR, incidence rate ratio; SAEs, serious adverse events.

^aStandard HD arm is the comparator. Note, modeled IRRs were very similar to modeled ratios and are not shown for brevity.

^bStatistical comparison comparing arms.

^cPoisson regression model where the model adjusts for time in study (exposure to risk).

^dMann-Whitney U test.

^eDeaths, major adverse cardiovascular events, vascular access events, hyperkalemic events, fluid overload events, respiratory infection.

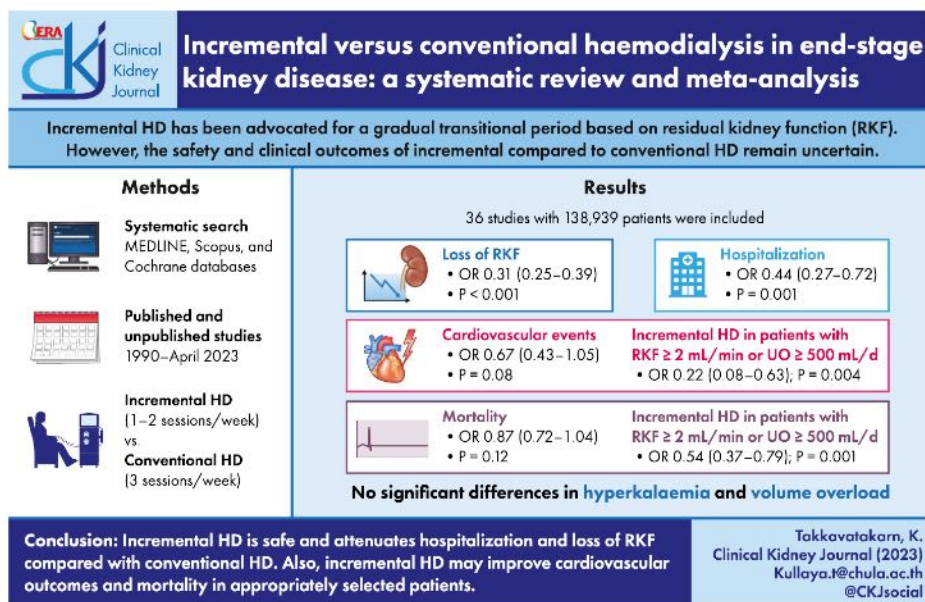
^fChi-square comparison.

Vilar E, Kidney Int 2022, 101: 615

52

Hémodialyse incrémentale

Méta-analyse : 31 études observationnelles, 4 études randomisées, 1 étude contrôlée



53

Hémodialyse Incrémentale

7 études randomisées en cours

Table 2: RCTs comparing incremental HD with conventional HD.

Study	Investigator(s)	Target total sample	Residual kidney function eligibility	Primary outcome	Country	Trial registry
EDIP [15]	José Carrá, Miguel A. Salazar-Santander et al.	152	K _{res} ≥ 0.4 mL/min/1.73 m ² (I); ED-weekly K _{res} ≥ 0.5 to < 0.4 mL/min/1.73 m ² (II)	Patient survival	Spain	NCT06230638
REACHES [21]	Raffaele G. Casella, Carlo Basile, Lucio Casale et al.	148	K _{res} ≥ 0.4 mL/min/1.73 m ² (I); ED-weekly K _{res} ≥ 0.5 mL/min/1.73 m ² (II)	Survival of kidney function; Loss of residual kidney function defined as UOP < 500 mL/24 h	Italy and Poland	NCT06390636
Isolating renal replacement therapy through incremental HD [27]	Ramón M. Lora et al.	88	K _{res} ≥ 0.5 mL/min/1.73 m ² (I); ED-weekly	Loss of residual kidney function defined as UOP < 400 mL/24 h, 12 months after the initiation of HD therapy	Spain	NCT06302596
Impact of incremental versus conventional initiation of HD on residual kidney function [38]	Raja M. K. Koral, Ben Farrington, Andrew Dawood, Erik Zhar et al.	186	K _{res} ≥ 0.4 mL/min/1.73 m ² (I); ED-weekly	Proportion of patients with K _{res} ≥ 0.5 mL/min/1.73 m ² at 6 months	US	NCT06416818
DATE-HD [32]	Ben Kerr, David Johnson, Andrea Wood et al.	372	UOP ≥ 0.5 L/24 h (I); ED-weekly	Kidney-specific component of KDQOL-SF36 at 6 months (health-related)	Australia, New Zealand, & Canada	ACTN 2004
INCRESCES [32a]	Samir S. Saba, Zuhair Ghalib, P. Kowalewski, Mark L. Unruh et al.	252	UOP ≥ 0.5 L/24 h and K _{res} ≥ 0.4 mL/min/1.73 m ² (I); ED-weekly and adjunct pharmacotherapy (II)	Physical Component Score of KDQOL-SF36 at 12 months (survival)	USA	NCT06405196
Twofas [32b]	Mariana Munoz, Peter Scarpato et al.	352	UOP ≥ 0.5 L/24 h and K _{res} ≥ 0.5 mL/min/1.73 m ² (I); ED-weekly and adjunct pharmacotherapy (II)	Composite all-cause ED visits, hospitalizations or death at 2 years (health-related)	USA	NCT06626825

Additional pharmacotherapy encompassed angiotensin receptor inhibitors, calcium channel blockers, and phosphate binders.
ED-weekly: 3 sessions/week; ED-weekly: 2 sessions/week; ED-weekly: 1 session/week; ED-weekly: 0 sessions/week.

54

Prescription du dialysat

	Dialysat
Na (mmol/L)	130-150 variable avec la conductivité prescrite
K (mmol/L)	0 à 4 variable avec le dialysat prescrit
Ca (mmol/L)	1.25 à 1.75 variable avec le dialysat prescrit
Mg (mmol/L)	0.5
Cl (mmol/L)	106 variable avec la conductivité prescrite
HCO ₃ (mmol/L)	30-35 variable avec la conductivité prescrite
Glucose (g/l)	1
Protéines (g/l)	0



55

Troubles ioniques

- Les classiques
 - L'hyperkaliémie menaçante
 - Avoir recours avant branchement au gluconate de calcium IV en cas de trouble de conduction
 - Kaliémie en fin de dialyse ou/et s'assurer de l'efficacité délivrée
 - S'assurer de la prise de résines échangeuses de cations
 - au démarrage, hypocalcémie avec acidose métabolique
 - Risque de crise de tétanie si l'acidose est corrigée plus vite que la calcémie par augmentation de la part de calcium fixé à l'albumine
 - Majorer l'apport en calcium ou réduire la conductivité bicarbonate
 - L'hyponatrémie sévère
 - Risque de myélinolyse centro-pontique
 - Réduire la conductivité du dialysat



56

Premières séances

- Syndrome de déséquilibre
 - Ce d'autant que la MRC est avancée et que les troubles sont établis de longue date
 - Lié à la vitesse d'épuration des substances telles que l'urée qui deviennent osmotiquement actives créant un déséquilibre entre l'intracellulaire plus concentré et l'extracellulaire
 - Fuite d'eau vers le secteur intracellulaire
 - Symptômes de l'hyperhydratation intracellulaire pouvant aller jusqu'au coma



57

Premières séances

- Augmentation progressive du temps et de la vitesse de pompe
- Séances pouvant être répétées de façon quotidienne initialement sans être obligatoire
 - En se fixant sur la surcharge hydro-sodée
 - Les désordres métaboliques
- Séances courtes permettant de ne pas faire d'anticoagulant après la pose d'un cathéter tunnélisé
- Pour aboutir à un schéma classique de 2 à 3 séances par semaine
 - En incrémental
 - Suivant la diurèse résiduelle et la fonction rénale résiduelle
 - de 3 à 5 heures
 - En séances longues nocturnes au-delà de 5 heures



58

Premières ponctions de fistule

- S'assurer de la possibilité de ponction
 - Examen clinique par une personne expérimentée
 - Contrôle échographique
- Démarrage progressif
 - 50% des patients ont débuté sur un cathéter donc s'en servir pour un démarrage progressif, une aiguilles puis deux
 - Rester dans la zone de sécurité des pressions artérielle (supérieure à -200 mmHg) et veineuse (inférieure à 200 mmHg)
 - Ponctionner sous échographie si besoin
 - Possibilité d'avoir recours à l'uniponction en l'absence de cathéter
 - Utiliser des patches d'anesthésie
 - Calibre et longueur des aiguilles adaptés à l'abord vasculaire 15 et 16 G le plus souvent



59

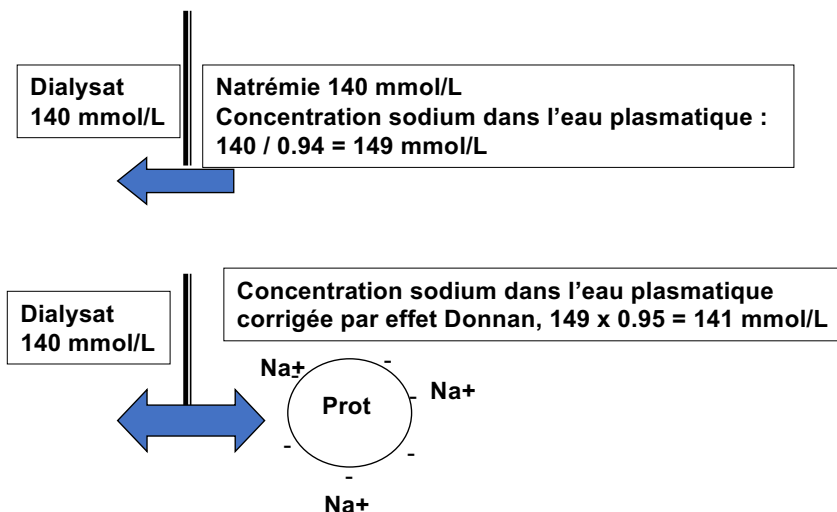
Conductivité du dialysat

- Moniteur de dialyse mesure la conductivité du dialysat
 - Elle dépend de la concentration des ions qui compose le dialysat, de leur valence et de leur mobilité
 - Permet de vérifier le mélange concentré de dialyse et eau du circuit, combinée à la vérification de la vitesse de pompe de dilution du concentré
 - Dialysat principalement composé de sodium 140 mmol/l, K 2, Ca 1.5, Mg 0.5
 - Donc conductivité dépend surtout de la concentration sodée du dialysat
 - Facteur 10 entre conductivité en mS/cm et concentration sodée en mmol/L; certains générateurs affichent en mS/cm, d'autres en mmol/L
 - Conductivité prescrite varie de 13.5 à 14.5 mS/cm
- Mesure également conductivité bicarbonate
 - 2.8 à 3.5 mS/cm
 - Conversion plus proche de 9, soit 31 mmol/l pour 3.5mS/cm
 - Alcalinisation per-séance limitée par tolérance et précipitations dans le circuit



60

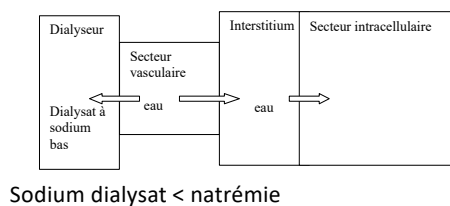
Conductivité du dialysat



61

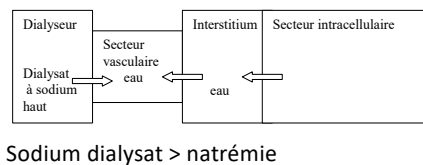
Conductivité du dialysat

Lutter contre la surcharge hydrosodée



Syndrome de déséquilibre per dialytique :
crampes, hypotension,
nausées, céphalées

Favoriser le remplissage plasmatique

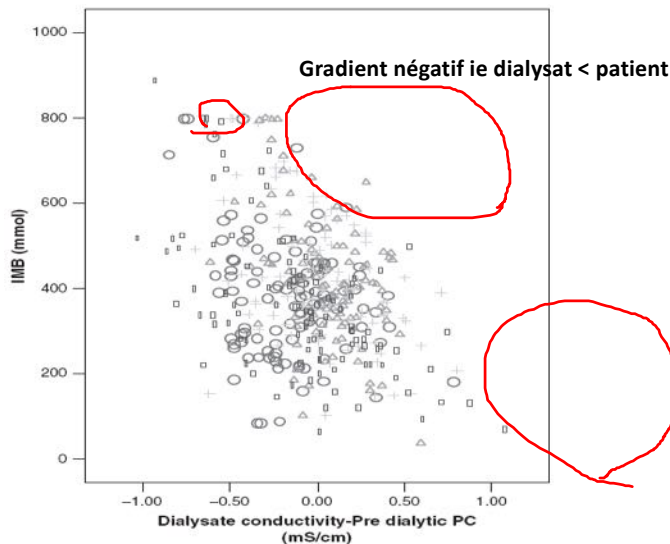


Complications
soif, prise de poids inter-
séances
hypertension
insuffisance cardiaque

Nephrol Dial Transplant (1996) 11 [Suppl 8]: 3-9

62

Conductivité du dialysat



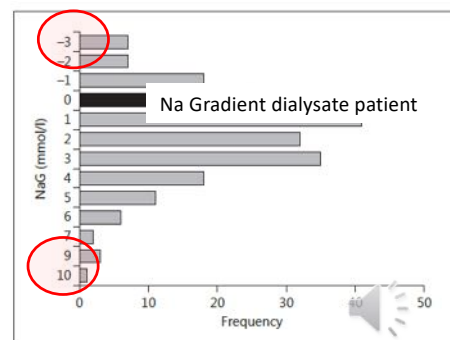
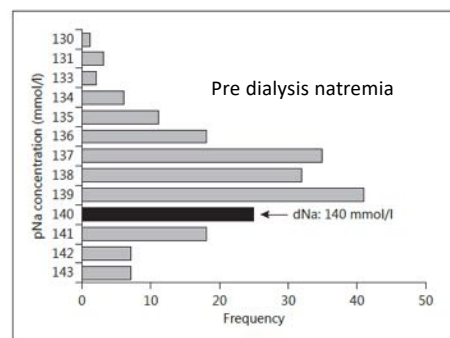
- Epuration sodée dépend de:
 - Volume ultrafiltré
 - Gradient patient dialysat

Moret K, Nephrol Dial Transplant. 2006 Jan;21(1):138-44

63

Conductivité du dialysat

- Distribution de la natrémie pré dialyse mesurée par potentiométrie dans une cohorte de 280 patients dialysés
- 72% ont une natrémie inférieure à 140 mmol/L. natrémie moyenne de 138.1 ± 2.3 mmol/L.
- Gradient moyen dialysat - patient de $+1.8 \pm 2.3$ mmol/L et allant de -3 à +10 mmol/L.
- 72% ont un gradient positif responsable d'une diminution de l'épuration par UF et une augmentation de la natrémie, induisant la soif.

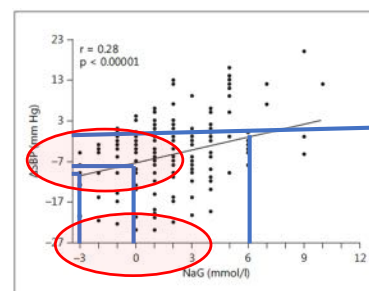
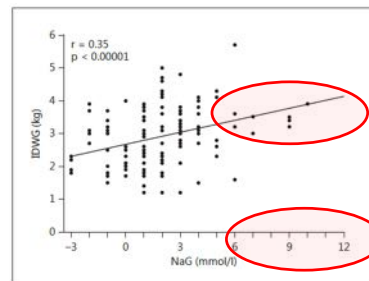


Movilli E, Am J Nephrol 2013, 38: 413-419

64

Conductivité du dialysat

- L'augmentation de la natrémie explique que la prise de poids inter-dialytique est positivement liée au gradient Na dialysat-patient.
- Pour un gradient négatif de -3, la PAS diminue de -10 mmHg en séance, pour un gradient nul (isonatremic) de -7mmHg et pour ne pas avoir de diminution de la PAS en séance, il faut un gradient de +6mmol/L.
- Quand l'intervention tend à diminuer le gradient en séance, il faut toujours s'assurer de l'absence d'hypotension.
- Le profil peut se justifier mais ne doit pas tendre vers une augmentation du pool sodé.



Movilli E, Am J Nephrol 2013, 38: 413-419

65

Dialysat et sodium

- 92 personnes en HD chronique
 - Normo ou hypertendus
 - 12 séances à Na dialysat 138 mmol/L
 - puis 24 séances avec Na dialysat = moyenne des natrémies de la période précédente (individualized sodium)
 - 5 hypotendus en profil 145-138 mmol/l

Variables	Normotensive N=76		Hypertensive N=11		Hypotensive N=5	
Age	60.46±13.15		58.72±7.41		60.50±4.41	
sNa (mmol/L)	136.77±1.47 ¹		136.36±0.24 ¹		136.66±1.50	
dNa	Standard Na	Individualized Na	Standard Na	Individualized Na	Standard Na	Profiling Na
Sodium gradient (mmol/L)	1.21±1.49	//	1.63±0.80	//	//	//
SBP	123.46±13.86	123.92±13.51	153.60±14.26	133.61±11.88 ¹	86.94±5.63	89.63±5.67
DBP	73.55±8.89	73.61±9.16	87.85±6.08	78.61±4.73 ¹	54.05±2.32	55.02±2.07
MAP	90.18±9.53	90.38±9.68	124.21±23.80	96.94±5.95 ²	67.81±5.30	68.88±4.70
Pulse	72.79±8.75	70.04±7.42 ¹	74.74±6.25	72.91±6.15	76.79±3.55	74.85±2.77
IDWG	2.21±0.72	2.06±0.65 ²	2.21±0.93	1.87±0.92 ⁴	2.45±0.17	2.74±0.19 ⁵
XI score	17.94±6.83	15.00±5.60 ¹	18.00±10.19	13.45±5.59	17.33±3.72	19.00±4.14
DTL score	12.60±4.71	10.53±4.08 ¹	11.90±5.88	10.27±3.49	16.00±5.89	17.00±4.00
Sp Kt/V	1.49±0.27	1.50±0.24	1.42±0.30	1.43±0.19	1.53±0.16	1.58±0.24

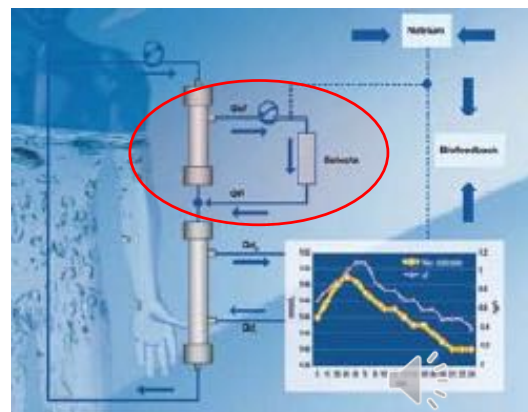
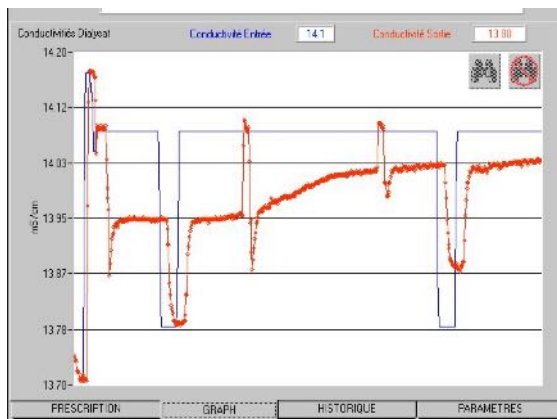
P¹ = 0.000; p² = 0.004; p³ = 0.008; p⁴ = 0.018; p⁵ = 0.006.

Eftimovska-otovic N, Mac J Med Sci 2016; 4(2): 248-252

66

Dialysat et sodium

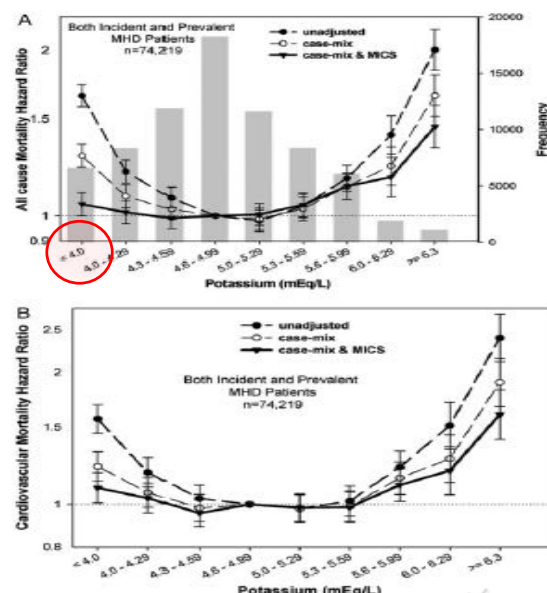
- Deux rétrocontrôles sur le sodium:
 - Un basé sur la mesure couplée dialysance-conductivité plasmatique, Diacontrol®, évalué sur chutes tensionnelles (Moret K, NDT janv 2006) et la pression artérielle (Manlucu J, Am J Kidney Dis 2010 Jul;56(1):69-76)
 - Un basé sur l'HFR et la mesure de la conductivité dans l'ultrafiltrat, évalué sur chutes tensionnelles (Locatelli F, Nephrol Dial Transplant 2012 Oct;27(10):3935-42) et l'hypertension artérielle (Chevalier L, Blood Purif 2016;41:87-93)
 - Les deux avec une cible de natrémie pouvant être individualisée par rapport à la valeur initiale de natrémie
 - Un moniteur en mode isonatémique avec la mesure de conductivité couplée à la dialysance : fresenius 6008



67

Dialysat et potassium

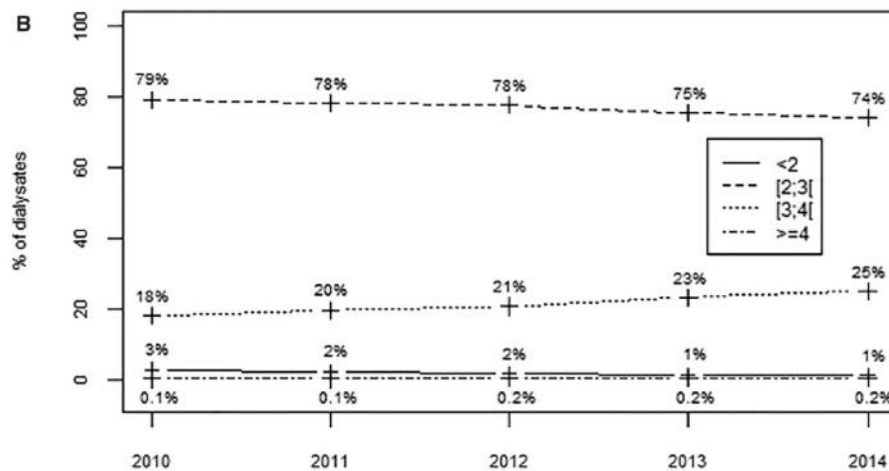
- Concentrations
 - 1 à 4 mmol/L
 - Risque des dialysats < 2mmol/L en potassium de troubles du rythme per séance
 - Risque des dialysats > 3mmol/L en K d'hyperkaliémie hors séance
 - Épuration du potassium dépend également de la conductivité bicarbonate



Kovesdy C, Clin J Am Soc Nephrol. 2007 Sep;2(5):999-1007

68

Dialysat et potassium



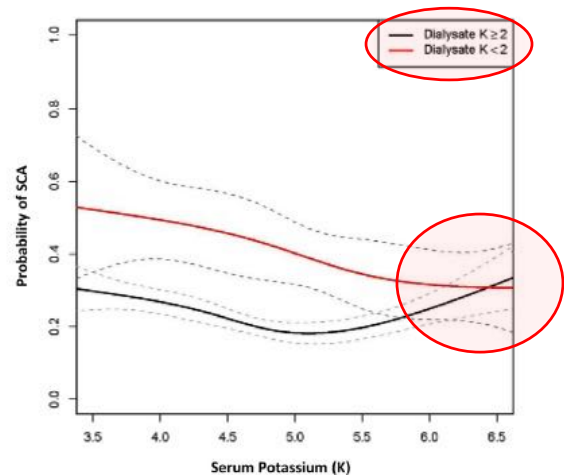
2: Trends in dialysate sales and percentage use according to the potassium concentrations (in mmol/L) in France from 2010 through 2014. Bags in millions and (B) percentages of use.

Mercadal L, Nephrol Dial Transplant 2021, 36: 151-159

69

Potassium et dialysat

- Meilleure survie pour kaliémie 4 mmol/L et dialysat 3 meq *
- Tout et son contraire sur les dialysats pauvres en potassium <2Meq
 - Augmentation du risque d'arrêt cardiaque**
 - Ou diminution du risque
HR 0,33 [0,13-0,85]***
 - Possiblement dépendant de la population étudiée et de la fréquence d'adaptation du dialysat
- Nouveaux agents chélateurs
 - patiomer (N Engl J Med 2015; 372: 211-221)
 - et sodium zirconium cyclosilicate (N Engl J Med 2015; 372:222-231)
 - Permettront peut-être un meilleur contrôle de la kaliémie et donc plus de dialysat à 3Meq



*Kovesdy C, Clin J Am Soc Nephrol 2007, 2(5): 999-1007

**Hung AM, Am J Kidney Dis 2016, 66(1): 125-132; Pun PH, Kidney int 2011; 79: 218-227;

***Huang CW Plos One 2015, 10(10): e0139886

70

Dialysat et potassium

Table 5. Adjusted HR for all-cause mortality according to percentage use of dialysate potassium other than 2 mmol/L and medication prescriptions^a

Dialysate potassium	Person-years	HR (95% CI)	P-value
Percentage of <2 mmol/L use per centre ^b (ref 0%)	26 661		
0–2%	10 735	0.89 (0.81–0.98)	0.01
>2%	9034	1 (0.92–1.1)	0.9
Percentage of 3 mmol/L use per centre ^b (ref 0–10%)	16 443		
10–30%	17 237	0.87 (0.8–0.95)	0.002
>30%	12 750	0.97 (0.89–1.05)	0.4
Percentage of 4 mmol/L use per centre ^b (ref 0%)	43 228		
0–2%	1279	1 (0.82–1.21)	0.9
>2%	1923	0.91 (0.77–1.08)	0.2
Potassium binders, g/day ^b (ref 0)	26 247		
<4	4615	1.22 (1.14–1.32)	<0.001
4–8	3859	0.6 (0.54–0.66)	<0.001
≥8	4117	0.25 (0.22–0.29)	<0.001
Potassium, mg/day ^b (ref 0)	45 321		
<200	537	1.25 (1.03–1.51)	0.02
200–400	194	1.17 (0.88–1.55)	0.2
≥400	378	0.9 (0.71–1.13)	0.3
Missing medications	7590	0.97 (0.91–1.05)	0.4

^aHRs were adjusted for HDF, number of sessions per week, vascular access, dialysis time >4 h, as time-dependent variables, as well as for age, sex, respiratory failure, heart failure, cirrhosis, cancer, arrhythmia, arterial disease (stroke, transient ischaemic attack, coronary insufficiency, aneurysm abdominal aorta or arteritis of the lower limbs), obesity, mobility, initial nephropathy, emergency dialysis start, CKD-EPI >10 mL/min/1.73 m², haemoglobin level, classes of albuminaemia. Cox models were stratified by dialysis unit type. ^bTime-dependent variable.

Mercadal L, Nephrol Dial Transplant 2021, 36: 151-159

71

Bicarbonate et dialysat

Études observationnelles d'association mortalité bicarbonatémie pré dialyse ou/et taux de bicarbonate dialysat

Study	N	Reference level of serum HCO ₃ ⁻	Low serum HCO ₃ ⁻ ↑ risk	High serum HCO ₃ ⁻ ↑ risk	Dialysate HCO ₃ ⁻ ↑ risk	Ref.
DOPPS ^a	7140	19–21 mEq/L	≤17 mEq/L ^b	>27 mEq/L ^{b,c}	NA	[15]
DOPPS	17 031	22–23 mEq/L	Yes	No ↑ in risk	8% ↑ in mortality	[16]
DaVita database	56 386	22–23 mEq/L	Risk highest ≤17 mEq/L	>24 mEq/L ^f	per 4 mEq/L ↑ in [HCO ₃ ⁻] ^d	[10]
DaVita database ^g	121 351	24 to <25 mEq/L	<22 mEq/L	No ↑ in risk >25 mEq/L	NA	[11]

Serum HCO₃⁻ measured as total CO₂.

Acidose liée à un meilleur état nutritionnel

Après ajustement sur l'état nutritionnel, meilleure survie pour bicarbonatémie >22mmol/L

Impossible de conclure si alcaliniser les personnes entre 17-22 mmol/L en pré dialyse entraînerait une meilleure survie

Augmenter le taux de bicarbonate du dialysat augmente la mortalité de 8% par 4mEq/L de bicarbonate

Madhukar M Nephrol Dial Transplant 2016; 31: 1220-1224

Bommer JLF, Am J Kidney Dis 2004; 44: 661-671; Tentori FKA Am J Kidney Dis 2013; 62: 738-746

Wu DSC, Clin J Am Soc Nephrol 2006; 1: 70-78; Vashisha T Clin J Am Soc Nephrol 2013; 8:254-264

72

Bicarbonate et dialysat

- Alcalose
 - pH > 7,4 associé à mortalité toute cause et cardiovasculaire
 - Arrêt cardiorespiratoire, hypoventilation, allongement du QT, hypotension, hypocalcémie, diminution rapide de la kaliémie, diminution des résistances vasculaires périphériques, diminution du débit sanguin cérébral, précipitations phosphocalciques intravasculaires
- Idéal pré-dialyse 18-23 mmol/L
- Si bicarbonatémie > 24 mmol/L, diminuer le taux de bicarbonate dans le dialysat et améliorer l'état nutritionnel



Basile C, Kidney Int 2016; 89: 1008-1015

73

Dialysat et apport calcique

Effet sur le transfert de masse de calcium

- Dialysat 1,25 mmol/L
 - évalué sur 52 patients par recueil de dialysat,
 - Balance calcique - 187 ± 232 mg
 - Balance calcique dépendante de la calcémie pré dialyse: 6 patients sur 52 avec balance positive
- Dialysat 1,75 mmol/L
 - Balance calcique 872 mg
- Dialysat 1,50 mmol/L
 - Balance calcique 210 mg

Effet de la concentration calcique du dialysat sur la calcémie ionisée et la parathormone

	1.75 mmol/L	1.25 mmol/L	p
Ca ionisé pré mmol/L	1.20 ± 0.1	1.20 ± 0.08	ns
Ca ionisé post mmol/L	1.51 ± 0.9	1.25 ± 0.05	< 0.001
PTH preHD (Allegro Intact two site immunoradiometric assay) pg/ml	184 ± 144	207 ± 94	ns
PTH post HD pg/ml	62 ± 39	205 ± 85	<0.001

Fabrizi F, Nephron 1996, 72(4): 530-5
 Sigrist M, J Ren Nutr 2006, 16(1): 41-6
 Hou SH, Am J Kidney Dis 1991, 18(2):217-24

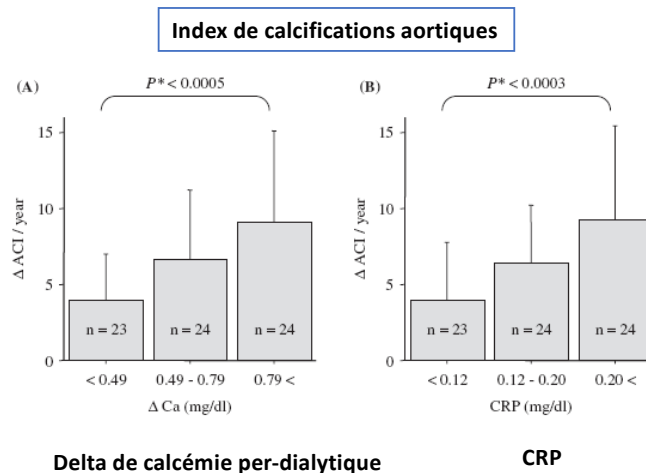


74

Calcifications vasculaires et apport calcique

• Étude observationnelle

- sur 71 patients
- Dialyse avec dialysat à 1.50 mmol/L
- Évaluation de la progression des calcifications par scanner à 3 ans d'intervalle
- Moyenne des mesures mensuelles de variation de calcémie per-dialytique



Yamada K, Nephrol Dial Transplant, 2007, 22(7): 2032-7

75

Calcium et dialysat

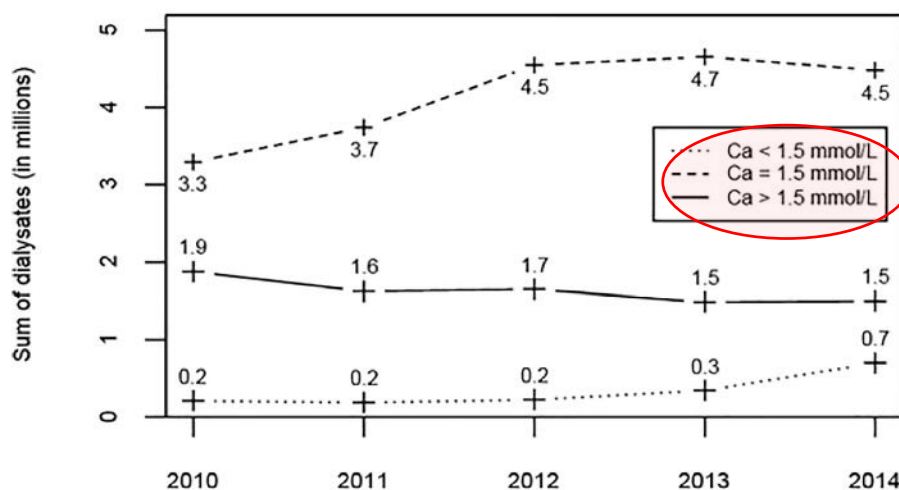


Fig 2. Overall sales of dialysate in France from 2010 to 2014, as a function of the calcium concentration.

Lambert O, Plos one <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235135> July 6, 2020

76

Calcium et dialysat

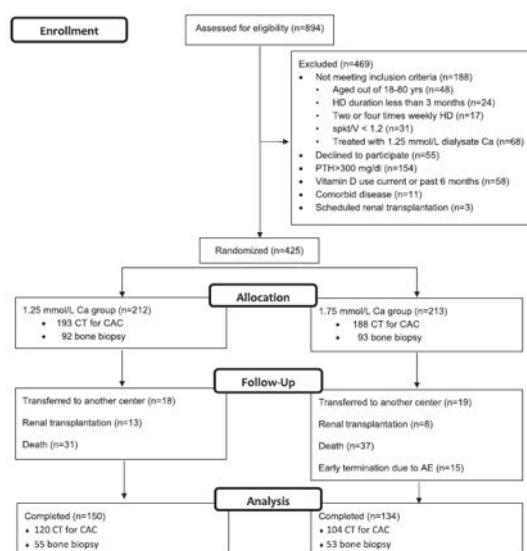
Table 7. Fully adjusted hazard ratio (HR) for all-cause and cardiovascular mortality, as a function of exposure to dialysate and to MBD treatments.

	Person-years	All-cause mortality
% of dialysate with Ca < 1.5 mmol/L ¹ (ref: 0)	7654	
]0%;2%]	12168	1 [0.9;1.12]
]2%;6%]	15094	1.01 [0.9–1.14]
>6%	11516	1.05 [0.94;1.18]
% of dialysate with Ca > 1.5 mmol/L ¹ (ref: 0)	4337	
]0;10%]	13571	0.95 [0.84;1.07]
]10%;30%]	13805	0.96 [0.85;1.1]
>30%	14718	0.93 [0.82;1.06]

Lambert O, Plos one <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235135> July 6, 2020

77

Calcium et dialysat



- 425 personnes hémodialysées ayant une PTH < 300 pg/mL inclus
- Randomisés calcium dialysat 1,25 vs 1,75 mmol/L
- Objectif primaire : Évaluation de la progression des calcifications vasculaires
- Secondaire : évolution de l'état osseux par biopsie
- Suivi 24 mois

Ok E, J Am Soc Nephrol 2016; 27: 2475-2486

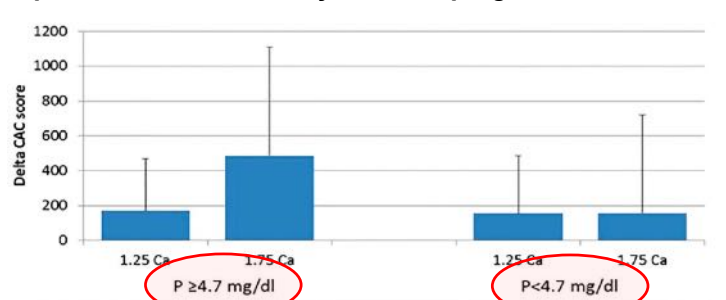
78

Calcium et dialysat

Moindre progression des calcifications vasculaires dans le groupe 1,25 mmol/L versus 1,75

Changes in CAC Scores	1.25 Calcium Group (n=120)	1.75 Calcium Group (n=104)	Mean Difference between Groups (95% Confidence Interval)	P Value
Absolute difference				
ΔCAC score—Agatston	160±299	303±624	-138 (-265 to -12)	0.03
ΔCAC score—volume	115±208	234±482	-118 (-214 to -22)	0.01

Interaction phosphatémie – calcium dialysat sur la progression des calcifications vasculaires



Ph 4,7 mg/dL=1,5 mmol/L

Ok E, J Am Soc Nephrol 2016; 27: 2475-2486

79

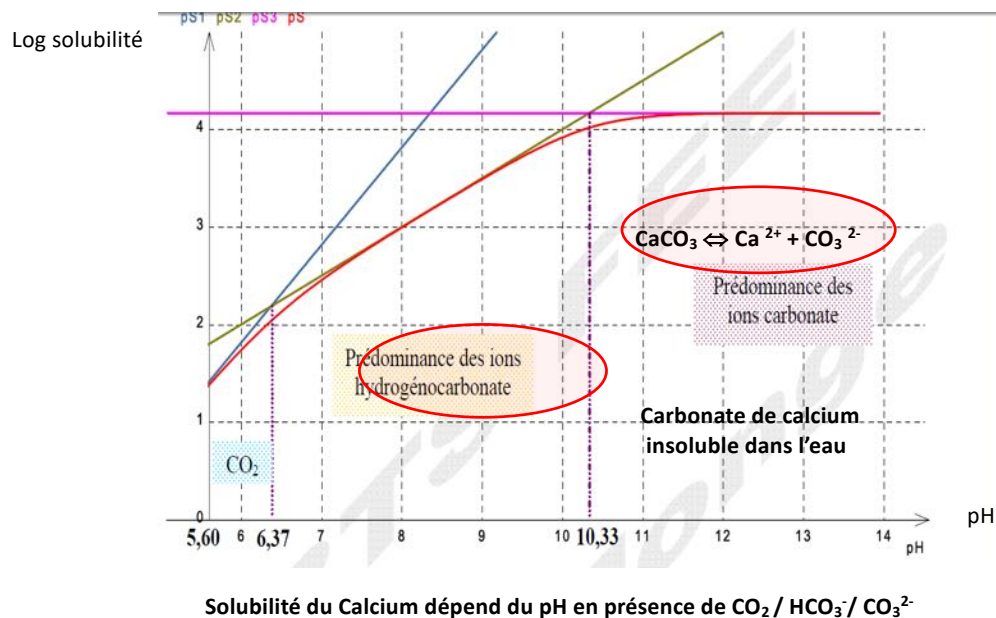
Calcium et dialysat

Bone Histomorphometry Parameters	1.25 Calcium Group (n=55)			1.75 Calcium Group (n=53)		
	Baseline	Month 24	P Value	Baseline	Month 24	P Value
Bone turnover						
Bone formation rate/bone surface (normal: 1.80–3.80 mm ³ /cm ² per yr)	1.03±1.33	3.24±2.77 ^a	<0.001	1.41±1.61	1.93±1.37	0.07
Activation frequency (normal: 0.49–0.72 yr ⁻¹)	0.22±0.28	0.67±0.56 ^a	<0.001	0.29±0.34	0.41±0.28	0.06
Osteoblast no./bone perimeter (normal: 10–200/100 mm)	61.5±87.2	144±199 ^b	<0.01	103±180	66.7±124	0.12
Osteoclast no./bone perimeter (normal: 1–53/100 mm)	28.9±31.2	48.0±44.8	<0.01	23.9±23.8	39.8±42.4	0.01
Mineralization						
Osteoid thickness (normal: <20 μm)	10.1±2.9	13.1±5.5	<0.001	11.1±4.8	11.0±6.1	0.87
Mineralization lag time (normal: <100 d)	165±178	126±127	0.09	109±95	83±73	0.17
Osteoid maturation time (normal: <35 d)	17.88±6.10	17.25±7.35	<0.001	16.12±6.33	15.21±8.39	<0.001
Volume						
Bone volume/tissue volume (normal: 16.8%–22.9%)	18.6±8.0	21.3±6.6 ^b	0.02	18.9±6.1	18.0±7.1	0.43
Trabecular thickness (normal: 99–142 μm)	90.6±28.7	98.5±24.7 ^c	0.05	93.1±23.3	88.4±25.9	0.26
Cortical thickness (normal: 0.52–1.65 μm)	710±530	550±350	0.14	620±470	540±560	0.33
Cortical porosity (normal: 1.9%–10%)	2.47±2.22	14.78±7.34	<0.001	2.69±2.75	10.88±6.27	<0.001

Ok E, J Am Soc Nephrol 2016; 27: 2475-2486

80

Acide acétique et dialysat



81

Acide acétique et dialysat

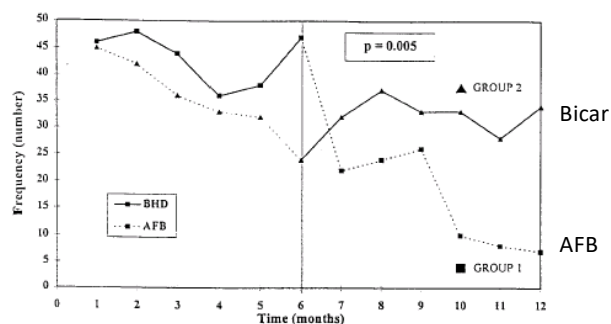
	AFB	BHD	P
Na ⁺ pre (mEq/l)	139 ± 3	139 ± 4	n.s.
Na ⁺ post (mEq/l)	141 ± 2	140 ± 3	n.s.
Na ⁺ mass balance (mEq)	382 ± 130	390 ± 138	n.s.
Mean arterial pressure (mmHg)	103 ± 12	106 ± 14	n.s.
Dry body-weight (kg)	66 ± 12	67 ± 15	n.s.

41 patients diabétiques

Étude en cross-over

6 mois AFB, 6 mois dialyse bicarbonate

Ordre tiré au sort



Fréquence des épisodes hypotensifs

Verzetti Nephrol Dial Transplant 1998

82

- Etude du risque de mortalité toutes causes
 - Absence d'interaction entre dialyse sans acétate et HDF

	HR (95% CI) < 70 years	HR (95% CI) ≥70 years
Exposure to AFD		
Unexposed to acetate-free dialysis (ref.)	1	1
Exposed in the mixed units	1.03 (0.85-1.24)	0.83 (0.74-0.94)
Exposed in the 100% HCl units	1.24 (0.88-1.77)	0.79 (0.67-0.94)
Hemodiafiltration (HDF)		
Center without HDF	1	1
Patient not in HDF but in an HDF center	1.02 (0.88-1.18)	1 (0.91-1.11)
Patient dialyzed in HDF	0.74 (0.59-0.93)	0.85 (0.75-0.98)

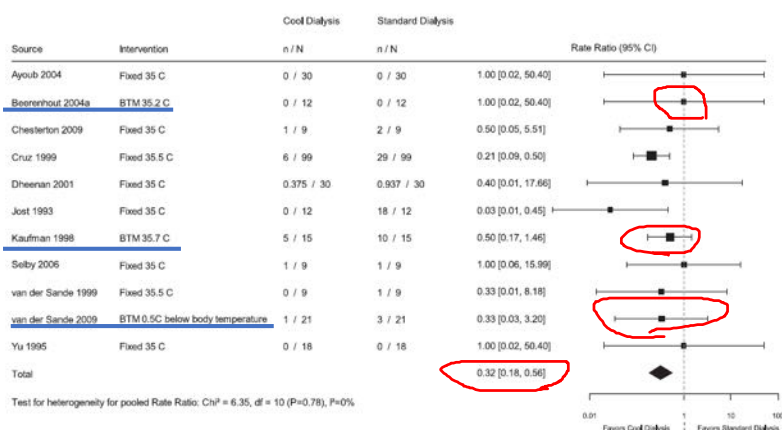
¹Ajustements sur : le sexe, la région du premier traitement, le diabète, les co-morbidités cardiovasculaires : antécédent d'infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque, AVC/AIT, coronaropathie, insuffisance respiratoire, la prise en charge initiale sur cathéter, le cancer, la cirrhose, la mobilité, l'albuminémie en classes (réf. : <35 g/l), le DFG estimé en classes (réf. : <15 ml/min/1,73 m²), le statut juridique et stratification sur la modalité de traitement.

Mercadal L, Nephrol Dial Transplant. 2015 Sep;30(9):1560-8

83

Dialysat et température

Effet sur hypotension per-dialytique



Effets secondaires x 2,95[0,88-9,82], % de sorties d'étude pour effets secondaires inconnu, -12 [8-16] mmHg pour standard versus dialysat froid en fin de dialyse

Mustafa RA, Clin J Am Soc 2016; 11: 442-457

84

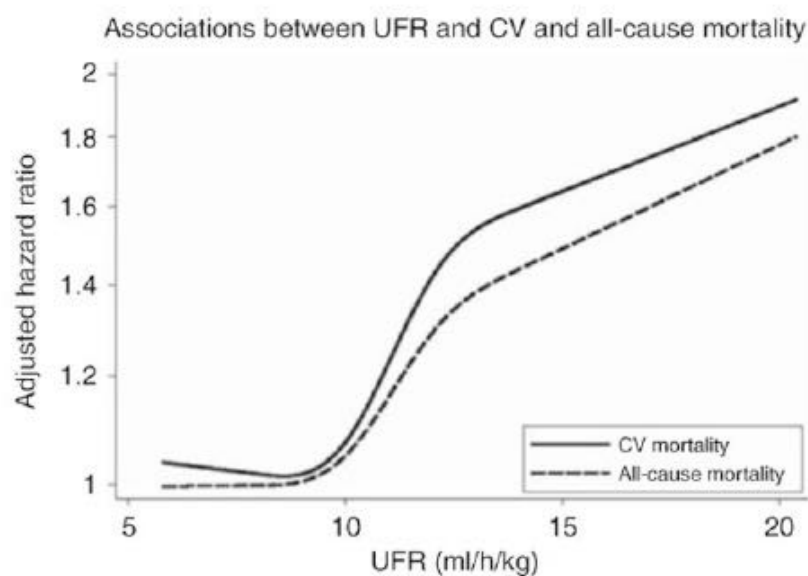
Prescrire le poids sec et/ou la déplétion

- Evaluation du poids sec
 - La clinique, la pression artérielle
 - Les marqueurs cardiaques
 - L'impédancemétrie
- Tolérance à la déplétion dépend :
 - De l'âge, de la présence de co-morbidités tel que le diabète, l'insuffisance cardiaque
 - De l'albuminémie
 - De la présence de facteurs vasoplégants tels qu'infection et séance post opératoire
 - De la présence d'un troisième secteur tel que de l'ascite, la pleurésie et encore plus de péricardite
 - De la déplétion prescrite
 - Écueil : éviter les chutes tensionnelles
 - Plus la tolérance à la déplétion est modeste, plus les séances seront courtes et rapprochées



85

Poids sec, ultrafiltration horaire



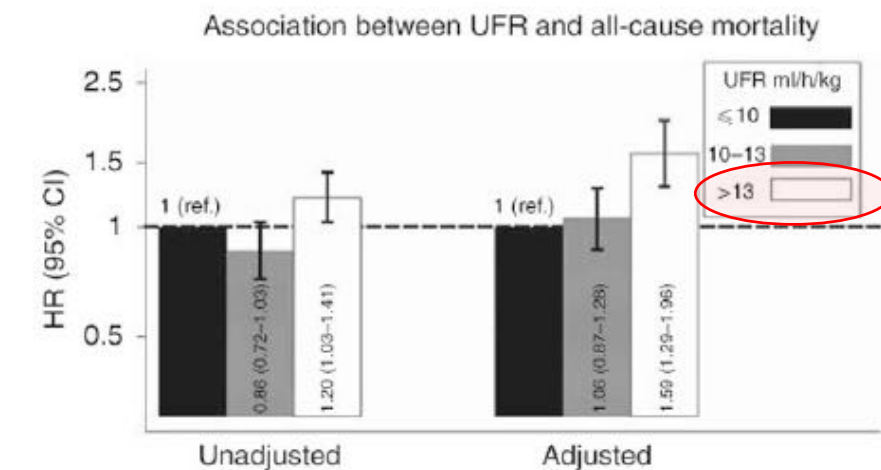
Flythe JE, Kidney Int 2011, 79(2), 250-7



86

Poids sec, ultrafiltration horaire

Hemodialysis Study, 1846 pts



Pour patients de 60kg, 13mL/h, 780mL/h

Flythe JE, Kidney Int 2011, 79(2), 250-7

87

Volume plasmatique

Table 1. Examples of commercially available systems for monitoring relative blood volume changes during hemodialysis.

System	Manufacturer	Measured variable	Sensor type	Operation principle
Crit-Line IV	Fresenius Medical Care AG & Co, Bad Homburg, Germany	hematocrit, O ₂ saturation	optical	multiple wavelengths of light absorbed and scattered by different blood constituents
Blood Volume Monitor (BVM)	Fresenius Medical Care AG & Co, Bad Homburg, Germany	total blood protein	acoustical	ultrasonic pulses transmitted across the blood sample
Hemoscan	Gambro AB, Stockholm, Sweden	whole blood hemoglobin	optical	monochromatic light absorbed/transmitted across the blood sample

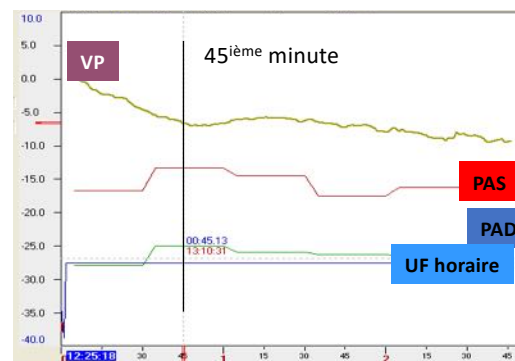
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220764.t001>

Pstras L, PLoS One. 2019 Aug 12;14(8):e0220764

88

Volume plasmatique

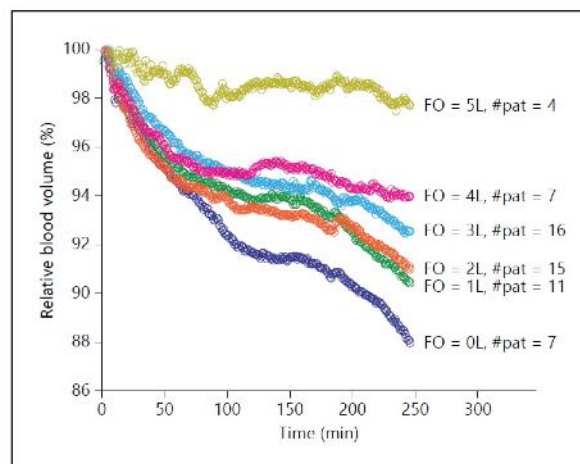
- Étude observationnelle
 - Chutes tensionnelles et courbe VP
 - Pas de valeur prédictive de la valeur finale de réduction de volume plasmatique
 - Valeur prédictive de la pente de réduction sur les 40 premières minutes
 - Valeur prédictive d'une allure de courbe linéaire décroissante
 - Valeur prédictive d'une courbe chaotique



Dasselaar J, NDT 2005

89

Volume plasmatique



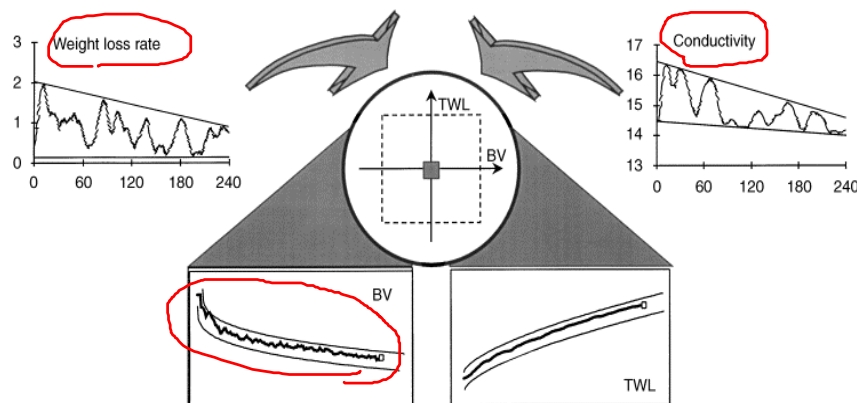
FO = fluid overload mesurée par impédancemétrie

Fig. 1. RBV curves at different levels of predialysis FO. Only treatments with a UFR between the 25th and 75th percentile (400–675 ml/h) and treatment time >10th percentile (>245 min) were included. The RBV curves were cut at 245 min to ensure that every minute had the same number of averages. In 20 of these 146 measurements, UFR was not constant (either UFR control on, or change during treatment).

Maduell F, Blood Purif. 2013;35(1-3):202-8

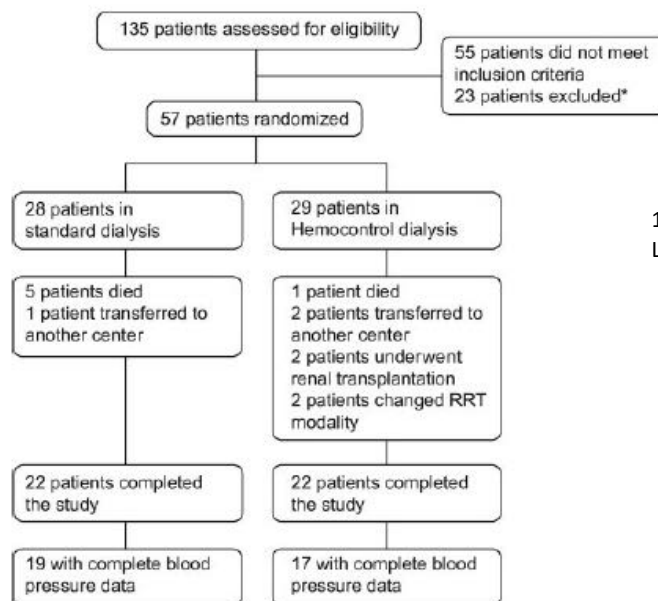
90

Volume plasmatique



91

Volume plasmatique : Hemocontrol®

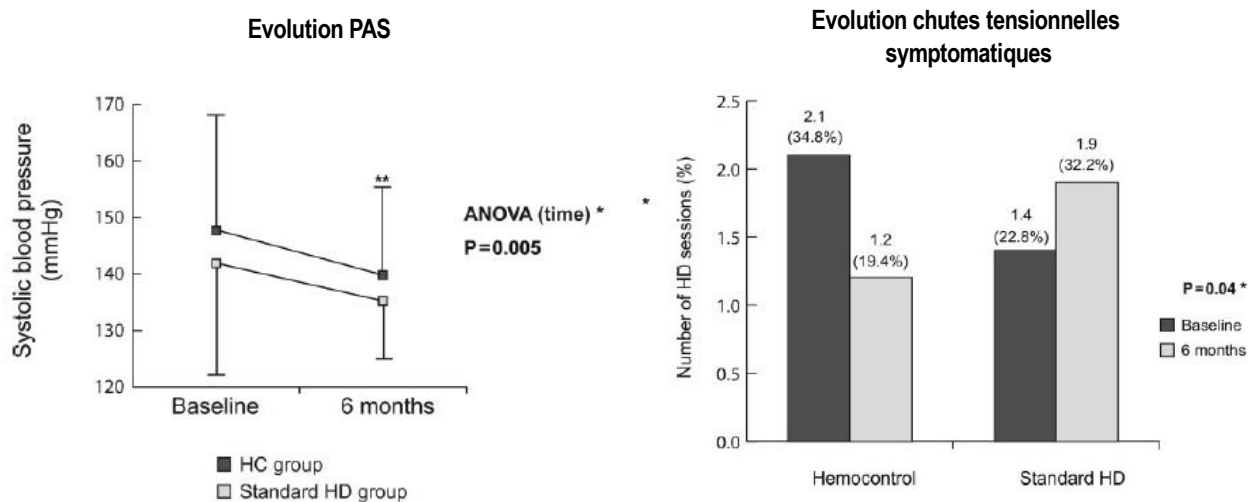


12 séances pour obtenir
La cible $\Delta BV/UF$

Déziel C, Clin J Am Soc Nephrol 2007

92

Volume plasmatique : Hemocontrol®

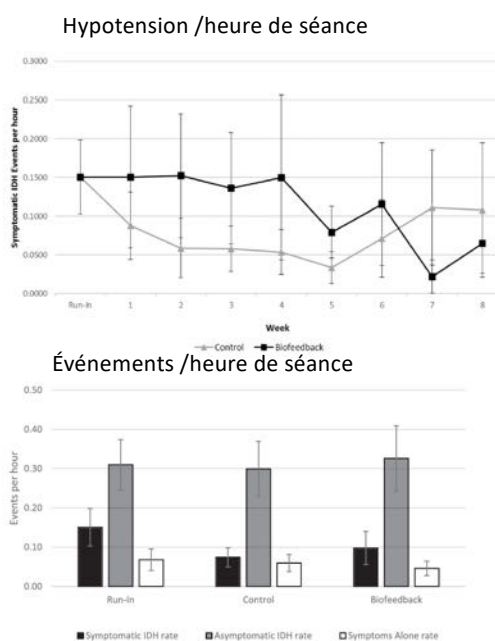


Déziel C, Clin J Am Soc Nephrol 2007

93

Volume plasmatique : BVM®

- 32 patients
 - Chutes tensionnelles > 30% des séances
 - Étude cross-over, 8 semaines, standard vs rétrocontrôle
 - Algorithme de prescription du BVM



Leung KCW, Clin J Am Soc Nephrol 2017, 12

94

Anticoagulation durant la séance d'hémodialyse

- Anticoagulation « classique » ou « low dose »
 - Héparine standard
 - Versus héparine bas poids moléculaire
- Sans Anticoagulation
 - Écrire les indications de dialyse sans héparine
 - Membranes AN69ST, PEPA, REEXED
 - Rinçages, Pré dilution
 - Anticoagulation régionale au citrate
 - Dialysat au citrate
- Anticoagulation de deuxième intention
 - En cas de thrombopénie induite par l'héparine
 - Danaparoid (Orgaran®)
 - Fondaparinux (Arixtra®)
 - Anti-thrombine : Lepirudin (Refludan®)
 - Nafamostat
 - Dermatan sulfate



95

Anticoagulation classique : Héparine standard

Dose de charge	Dose d'entretien	Paramètres d'ajustement
Protocole Standard		
25UI/kg	1000 UI/h Arrêt 30 à 60 minutes avant la fin	Si saignement ou coagulation de circuit, ajustement par 500 UI/h
2 000 UI	Pas de dose d'entretien	Si saignement ou coagulation de circuit, ajustement par 500UI
		Si bolus > 4500 UI, considérer deuxième bolus ou infusion continue
Protocole Low dose		
10 UI/kg	10UI/kg/h	
	Arrêt 30 à 60 minutes avant la fin	Ajuster la dose d'entretien par 500 UI/h
25 UI/kg	Pas de dose d'entretien	Si coagulation, ajouter un second bolus ou débiter infusion continue



Shen JJ, Am J Kidney Dis. 2012 Sep;60(3):473-86

96

Anticoagulation classique : Héparine standard

Bénéfices

- Demi-vie courte
- Coût faible
- Disponible partout
- Réversible avec la protamine

Risques

- Thrombopénie induite par l'héparine : 0.26 à 3.9% des hémodialysés
- Hypertriglycémie
- Anaphylaxie (rare)
- Hyperkaliémie
- Ostéoporose
- Alopécie



97

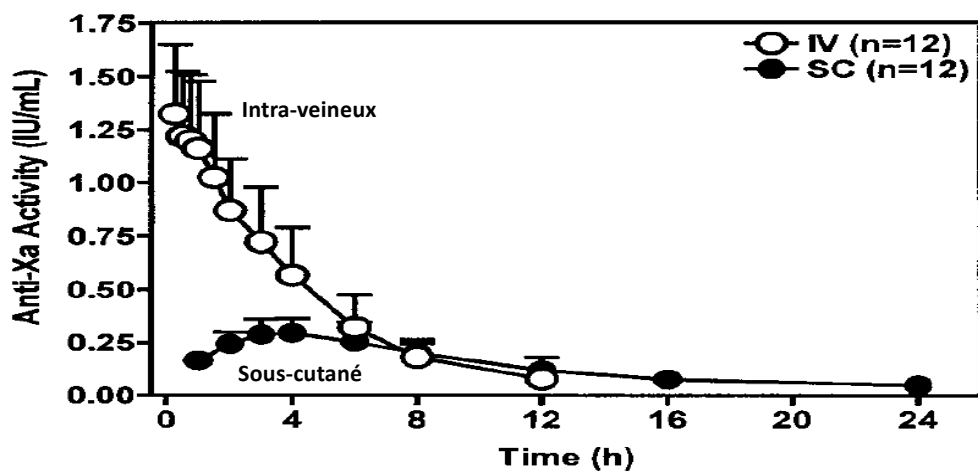
Anticoagulation classique : Héparine de bas poids moléculaire

- Héparine de bas poids moléculaire
 - Enoxaparin (Lovenox®) :
 - d'après AMM: 1 mg/kg soit 100 UI antiXa/kg en bolus
 - d'après la littérature 0.7 mg /kg soit 40 mg pour 60 kg (Naumnik B, Thromb Res 2009)
 - Dalteparin (Fragmin®):
 - AMM :5000 UI par séance
 - 2500 UI ou 39 UI/kg équivaut à 0.7 mg/kg d'enoxaparin d'après la littérature (Am J Kidney Failure 2002, Polkinghorne)
 - Adaptation en fonction temps de séance:
 - Dose additionnelle recommandée pour dialyse de plus de 4 heures



98

Anticoagulation classique : Héparine de bas poids moléculaire

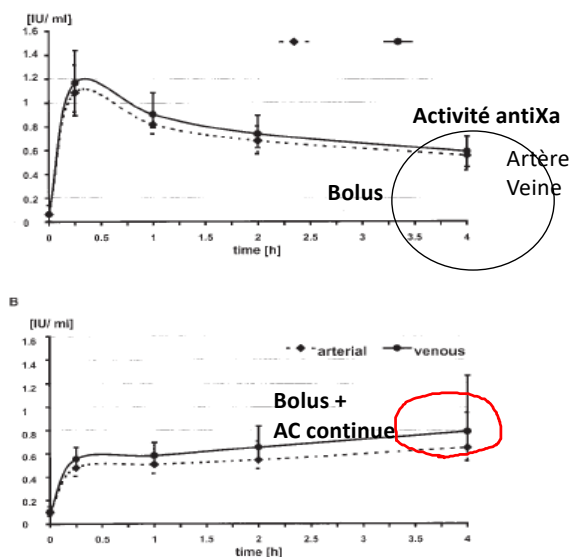


Tinzaparin 75 Ui/kg IV bolus versus SC

Hainer JW, Am J Kidney Dis 2002 Sep;40(3):531-8

99

Anticoagulation classique : Héparine de bas poids moléculaire



Klingel R, Nephrol Dial Transplant 2004 Jan;19(1):164-70.

100

Débat : HBPM versus héparine

- EBPG 2002:
 - Guideline V.2.1
 - « in patients without elevated bleeding risk **low-dose unfractionated heparin or LMWH** can be used to prevent clotting of the extracorporeal system during haemodialysis (evidence : A) »
 - Guideline V.2.2
 - « because of **proven safety** (evidence level: A), **equal efficacy** (evidence level: A), and **easy handling** (evidence level: C) the use of LMWHs is to be preferred over unfractionated heparin. Other benefit of LMWH ar an improved **lipid profile** (evidence level B), **less hyperkalemia** (evidence level: B) and **less blood loss** (evidence level: C) »



101

Débat : HBPM versus héparine

- Meta-analyse des études ayant comparé HBPM et héparine standard:
 - Chez des patients sans risque de saignement
 - 11 études en cross over et 7 études en parallèle
 - Doses utilisées :
 - Études de 1986 à 2002
 - Etudes les plus anciennes, doses les plus élevées
 - Résultats

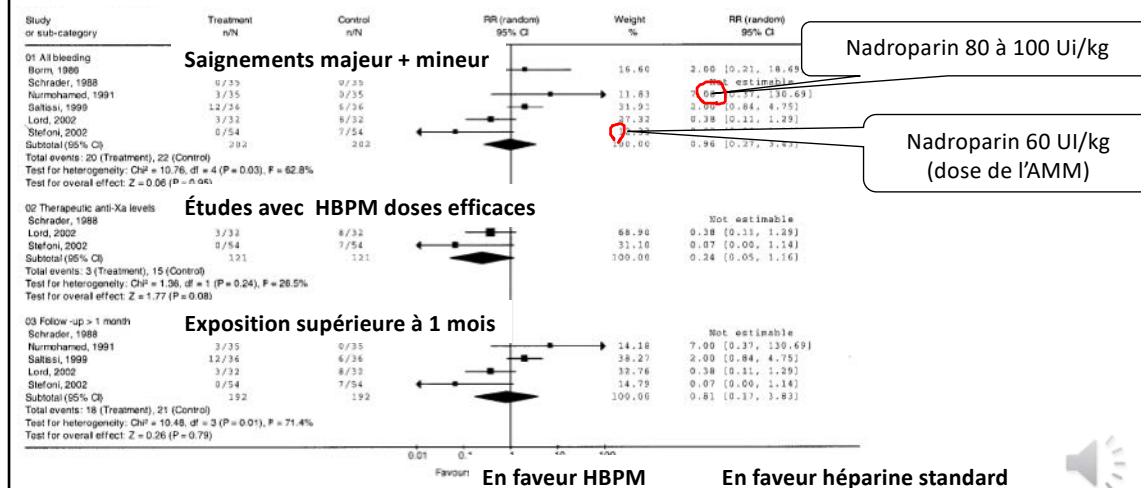


Lim WJ Am Soc Nephrol 2004 Dec;15(12):3192-206

102

Débat : HBPM versus héparine

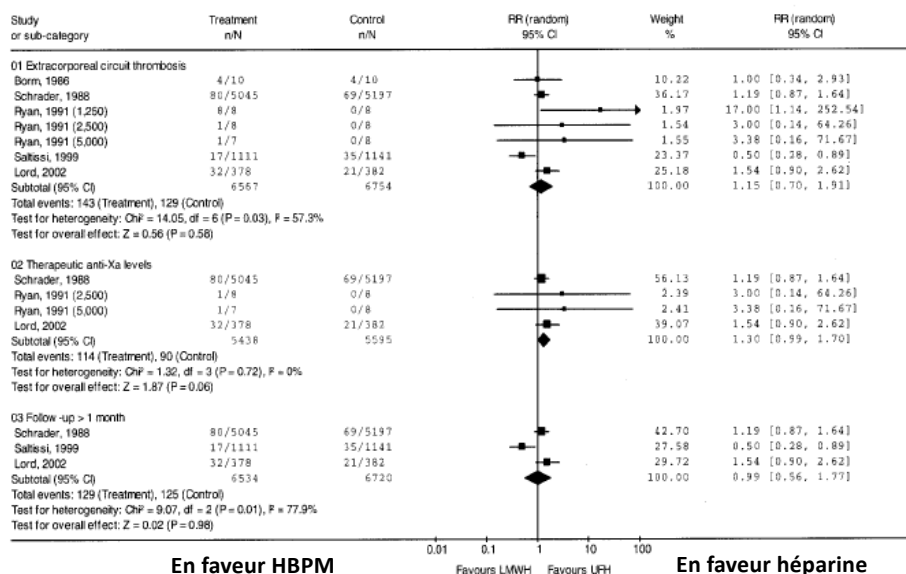
Risque de saignement : HBPM versus héparine



103

Débat : HBPM versus héparine

Risque de thromboses de circuit



104

Débat : HBPM versus héparine

- Au total:
 - Rapport efficacité / risque de saignement des HBPM semble proche de l'héparine dans ces études
 - À noter pas de risque d'accumulation des HBPM « classiques » aux doses recommandées
 - Résultats applicables pour patients sans risque de saignement:
« patients who are perceived to be at increased risk of bleeding may be unsuitable for LMWH. »
 - Écrire sa liste d'indications de dialyse sans héparine
 - Utilisation particulière du danaparoin (orgaran®) car risque d'accumulation



105

En conclusion

- Prescrire une séance
 - Voie d'abord : fistule, uni ou bi-ponction, diamètre des aiguilles, type de cathéter
 - Temps, fréquence
 - Débit sanguin, débit dialysat, membrane, surface
 - Hémodialyse, hémofiltration, hémofiltration
 - Dialysat : conductivité sodée, bicarbonate, concentration potassium, glucose, calcium, Magnésium
 - Anticoagulation en respectant les indications de dialyse sans héparine
 - Perte de poids, poids sec, ultrafiltration maximale, rétrocontrôles



106