



Balance thermique en HD

Pr T. Hannedouche
DUTER 2021-2022



1

1

Agenda

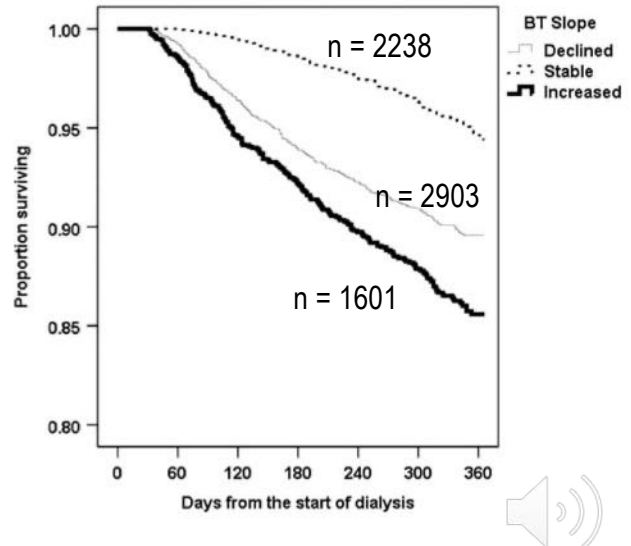
- Régulation thermique en hémodialyse
- Hémodialyseur = échangeur thermique
- Température centrale et stabilité hémodynamique per-séance
- Influence des modalités d'EER sur les transferts thermiques
- Recommandations



2

La température centrale est associée à la mortalité

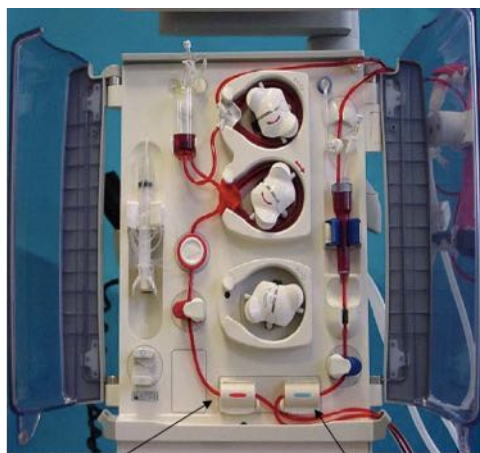
- n = 6742 pts incidents HD (NYC)
- mesure Te auriculaire
- analyse de survie à 2 ans selon variation de température au fil du temps
- meilleure survie dans le groupe avec Te initiale la plus élevée et stable pendant le suivi



Usvyat LA & al. NDT 2012

3

Mesure continue de la Te centrale en dialyse



Capteur de t° veineuse

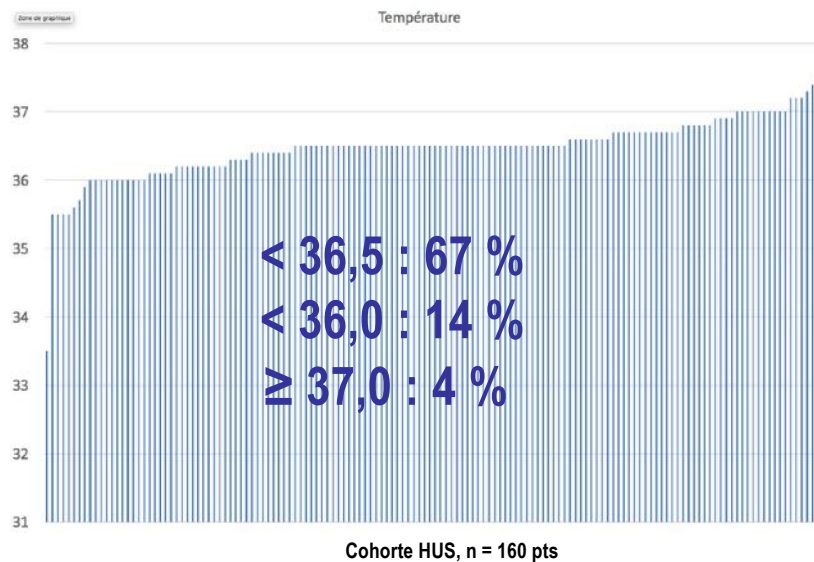
Capteur de t° artérielle

Module BTM



4

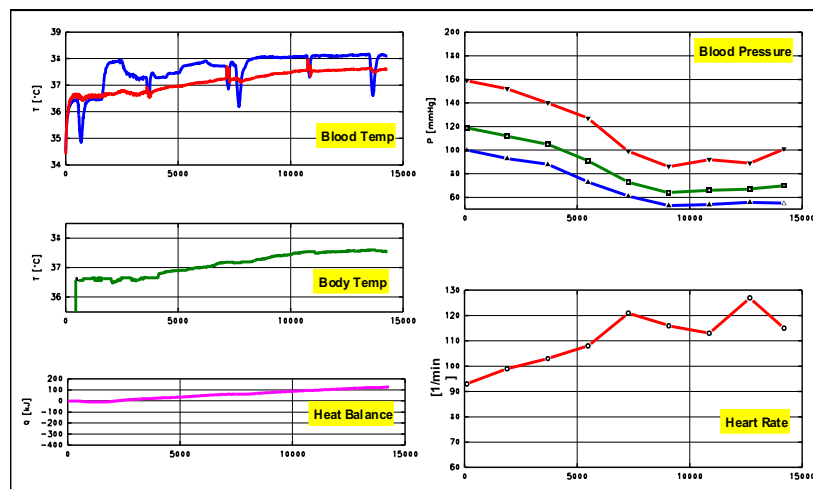
Température centrale prédialytique en HD (BTM)



5

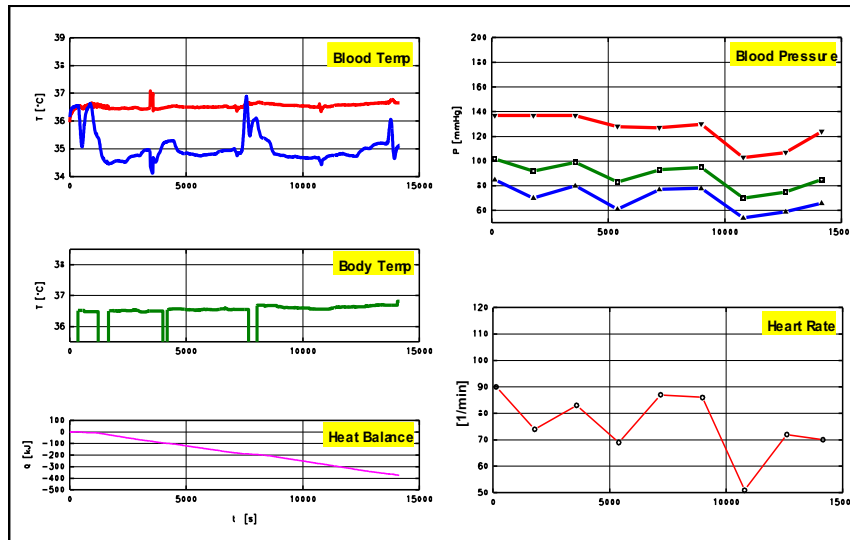
Conséquences du “réchauffement” en dialyse

Le gain en énergie calorique est souvent associé à une instabilité hémodynamique



6

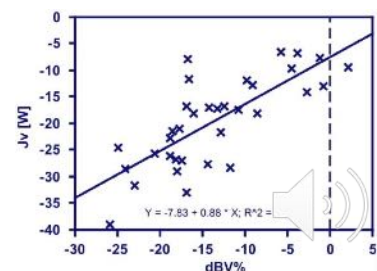
HD isotherme = meilleure stabilité hémodynamique



7

Hypothèses du gain énergétique en HD

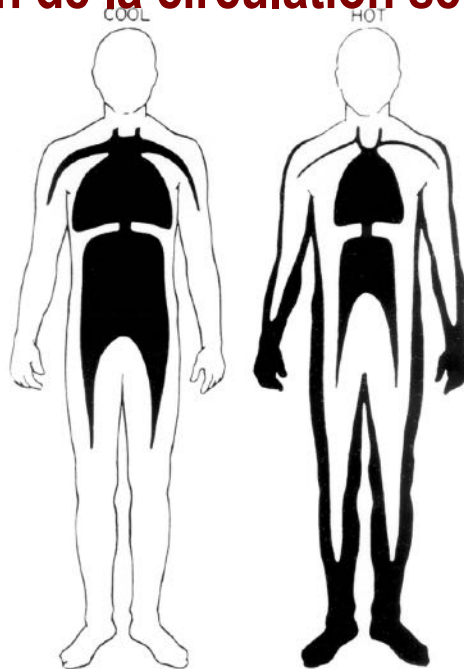
- Hypothèse “pyrogène” (cytokines)
 - Peu d'arguments (meilleure stabilité en techniques convectives)
 - Inefficacité des antipyrétiques / dialysat ultrastérile
- Hypothèse “hémodynamique”
 - Mieux documentée
 - Gain de chaleur corrélé à l'UF/perte de poids



8

Redistribution de la circulation selon Te

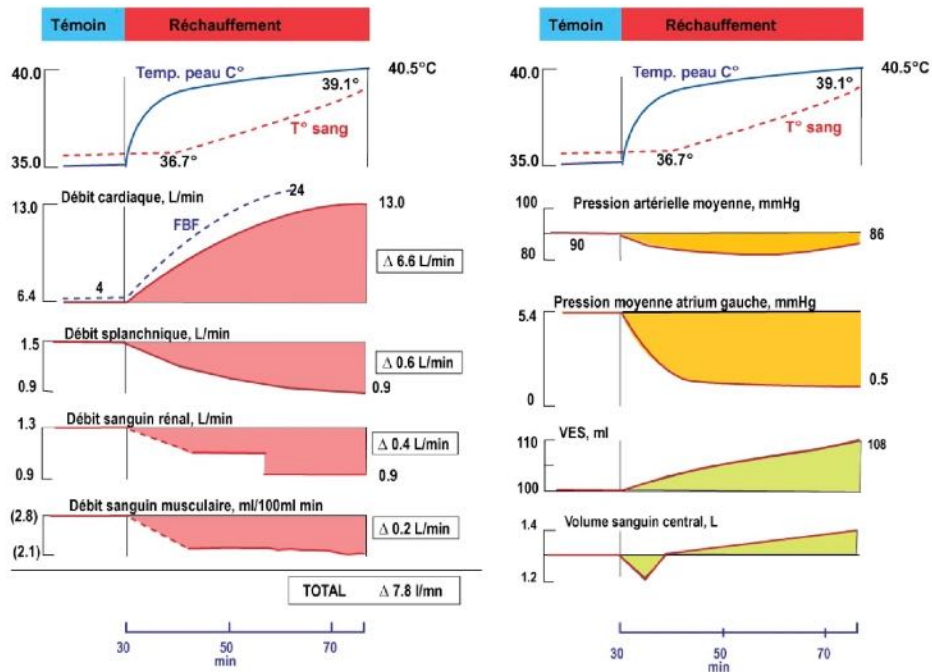
Froid



Chaud



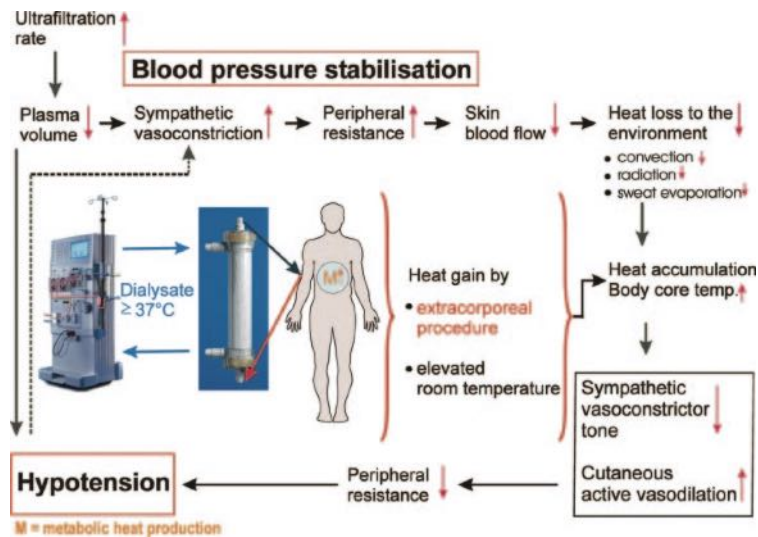
9



10

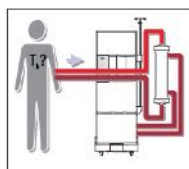
Mécanisme de l'hypotension par amplification thermique

Le stimulus thermique est toujours prioritaire ++

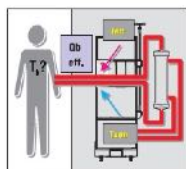


11

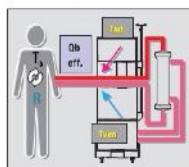
Rétro-contrôle des transferts énergétiques avec le BTM



HD standard



HD avec contrôle de la balance énergétique



HD avec rétrocontrôle de la température corporelle

Mesure continue des températures artérielle et veineuse avec une précision de 0,1°C :

1 - **mode thermoneutre** : mesure des transferts énergétiques (ΔE), sans intervention active

2 - **mode thermorégulé** : ajustement de l'énergie calorifique pour amener à la température cible désirée (ΔT)

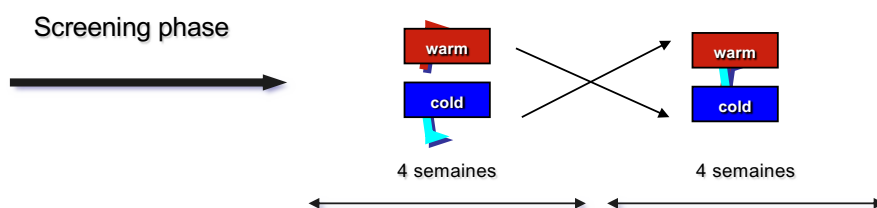
- Si T cible identique à la T initiale, **mode isotherme** ($\Delta T = 0$)



12

Etude Européenne Multicentrique

- N = 116 pts, à haut risque d' hypotension symptomatique (SH) ($\geq 3 / 12$ tx)
- Cross-over (4 wk / 4 wk)
 - thermoneutre $\Delta E = 0$ (« warm dialysis »)
 - vs. isotherme $\Delta T = 0$ (« cool dialysis »)

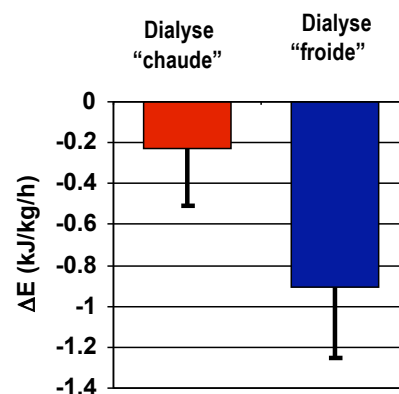
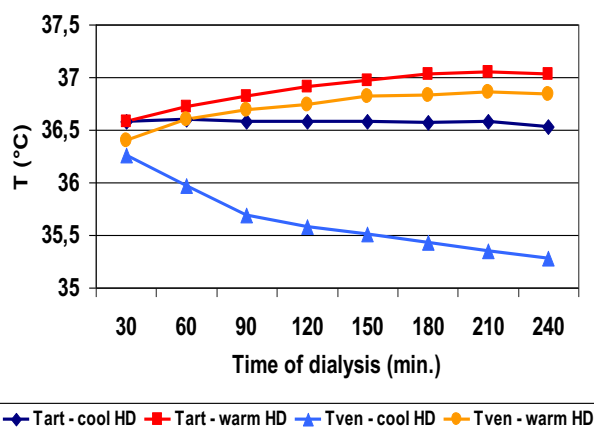


Maggiore, Hannedouche et al., AJKD 2002;40:280



13

Bilan énergétique et températures AV



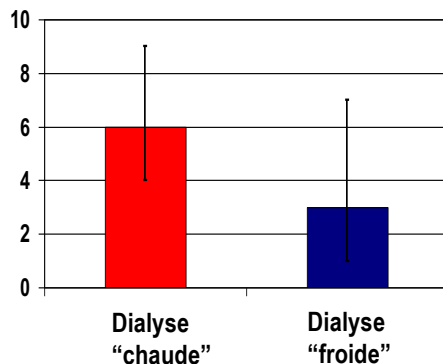
Arterial and venous fistula temperature throughout treatment with temperature controlled ("cool") and energy controlled ("warm") dialysis as measured with the BTM

Maggiore, Hannedouche et al., AJKD 2002;40:280



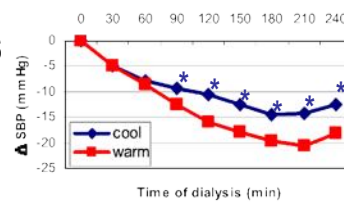
14

Réduction de 50 % des SH en dialyse isotherme

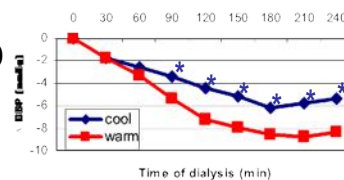


Nombre médian de séances avec SH
(Wilcoxon, $p < 0,001$)

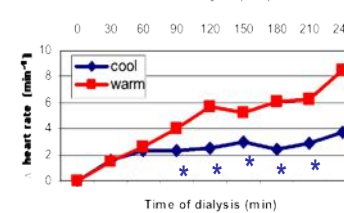
PAS



PAD



Fc



* $P < 0.05$

Maggiore, Hannedouche et al., AJKD 2002;40:280



15

Cool dialysis et efficacité dialyse

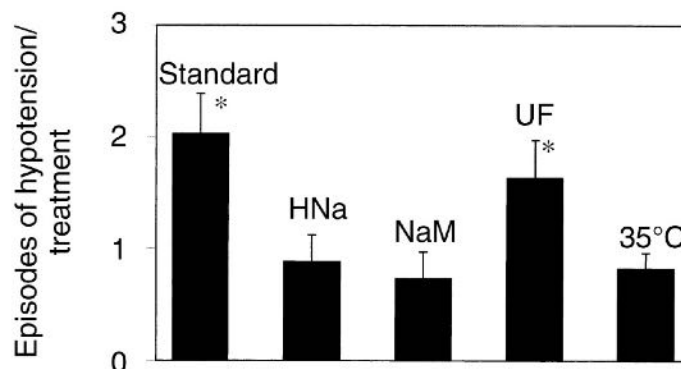
- Risque théorique de séquestration liée à la vasoconstriction cutanée (~10% urée échangeable)
- Kt/V inchangé (Etude Européenne)
- Bénéfice ++ lié à la meilleure stabilité hémodynamique
 - durée effective de séance + longue,
 - moins d'interruption UF,
 - Qb + élevé, ...



16

Comparaisons des méthodes de prévention de l'hypotension per-dialytique

- Standard : Na dialysat : 138 - 4h UF-HD
- HNa : Na dialysat fixe 144 - 4 h UF-HD
- NaM : Na 152 -> 140 - 4 h UF-HD
- UF isolée + HD : 1 h UF isolée (– 50% Δ PP) + 3 h HD Na fixe 138
- Cool D : Na fixe 138, T dialysat 35 C



Deenan & Henrich, Kidney Int 2001; 59:1175

17

« Cool dialysis » vs profils sodium

- Pas de bilan sodé positif (HTA)
- Pas de soif (– PPID)
- Mise en place dès le branchement (Pas de surveillance nécessaire)



18

Question ?

- Est ce que les transferts thermiques expliquent les différences de stabilité hémodynamique en séance observées entre les modalités de dialyse (UF isolée, Hémofiltration HF, Hémodialyse HD et Hémodiafiltration HDF) ?



19

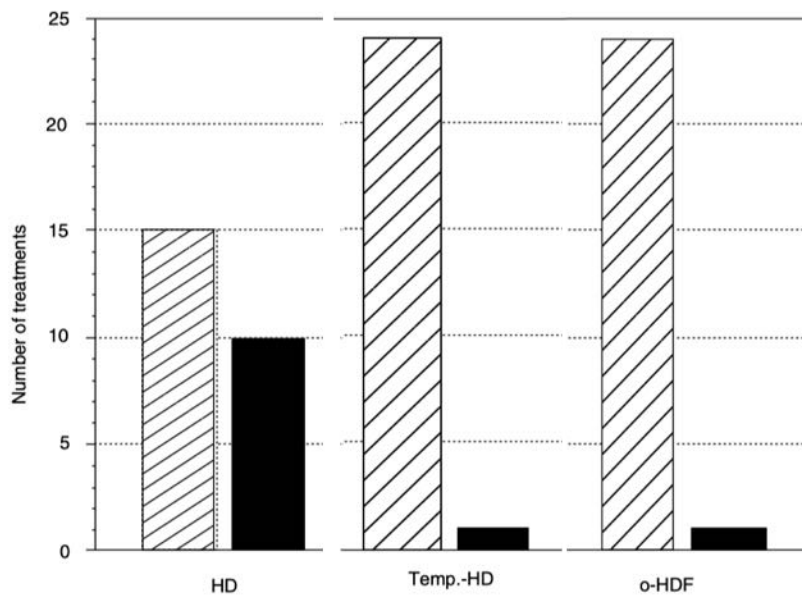
Les transferts thermiques diffèrent selon les modalités

- La température dans la ligne veineuse dépend de la température du dialysat, mais aussi de la dissipation thermique en air ambiant
- En UF isolée, en HF, la perte d'énergie (environ -10 W) est plus importante qu'en HD conventionnelle (-5 W)
- En HDFol post, la perte d'énergie est de -15 à -20 W (selon débit de réinjection)
- En HDF pré, la perte thermique est plus limitée (-10 W)
- En HD conventionnelle, il faut abaisser la T_e à $35,5^\circ$ pour obtenir une perte thermique équivalente à l'HDFol post.



20

Incidence IDH en HD, HD isoth. et HDF



Donauer J & al. NDT 2003



21

Balance thermique : HD vs. HDF

	HD 37.5	HD 35.5	HDF 1	HDF 2.5
ΔT_c (C)	0.38 *	0.00 °	0.29 *°	- 0.10 °
ΔET (W)	- 3	- 27 *°	- 16 *	- 25 *°
ΔPAM (mmHg)	- 25 *	- 15 *°	- 23 *	- 19 *°
ΔBV (%)	- 7.3 *	- 9.8 *	- 9.1 *	- 9.8 *

* < 0.05 vs basal
° < 0.05 vs HD37.5 ou HDF1

Van der Sande, JASN 2001



22

Hémodynamique en Epuration extra-rénale

- Le profil hémodynamique favorable de l'HDF à haut débit est reproduit par l'HD à température contrôlée (35.5 ou ET_0)
- Lorsque les conditions de l'HDF sont modifiées pour reproduire les mêmes transferts thermiques qu'en HD 37.5, on observe les mêmes variations hémodynamiques
- Des constatations identiques sont faites avec l'UF isolée, et l'HF

Les transferts d'énergie thermique sont le principal facteur expliquant les différences hémodynamiques entre ces 4 techniques (UF, HF, HD, HDF)



23

Question ?

- Doit-on se limiter à la dialyse isotherme ou y-a t-il un intérêt à baisser davantage la température (dialyse hypotherme) ?



24

Comparaison HD thermoneutre, isotherme, froide

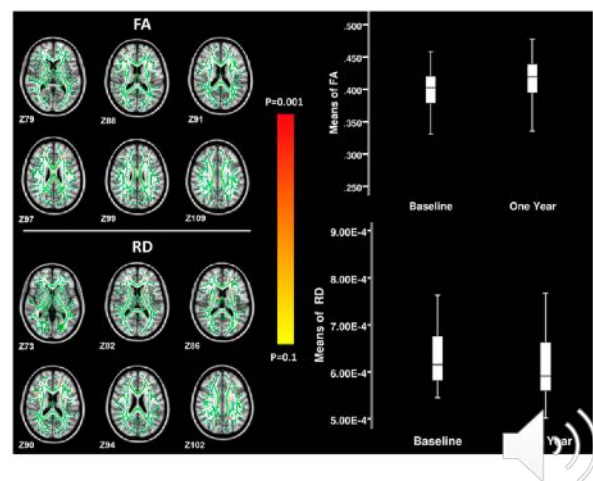
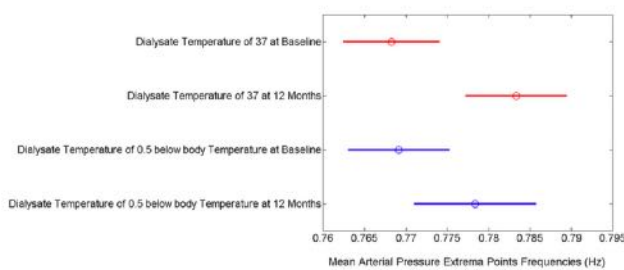
	Thermoneutre	Isotherme	Froide
T 30 (°)	37.1 ± 0,41	36,78 ± 0,43	35,5
ΔT (°)	0,47 ± 0,24	0,01 ± 0,16	− 0,5-1,5
ET (kJ)	− 50,7 ± 61	− 219,3 ± 77	− 400
VCX cutanée	+ // −	+	+++
VO2	↑ (↑Qc)	=	↑ (frissons)



25

L'HD hypotherme protège des lésions cérébrales en séances

73 pts incidents, HD 37 vs individualisée (TC-0,5)
Suivi 1 an, IRM cérébrale, variabilité tensionnelle

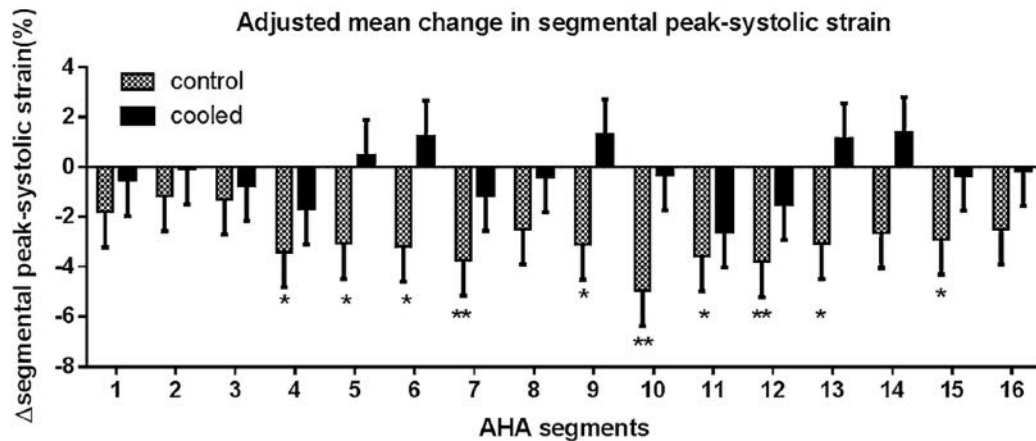


Eldehni M, Jasn 2015;26:957

26

L'HD hypotherme protège de la sidération cardiaque en séance

73 pts incidents, RCT : HD 37 vs individualisée (TC-0,5)
Suivi 1 an, IRM cardiaque, variabilité tensionnelle



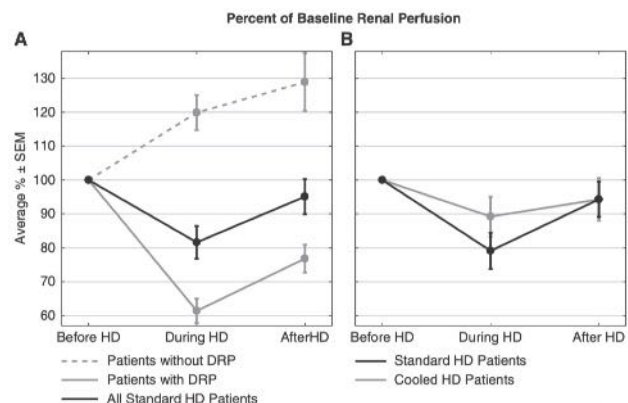
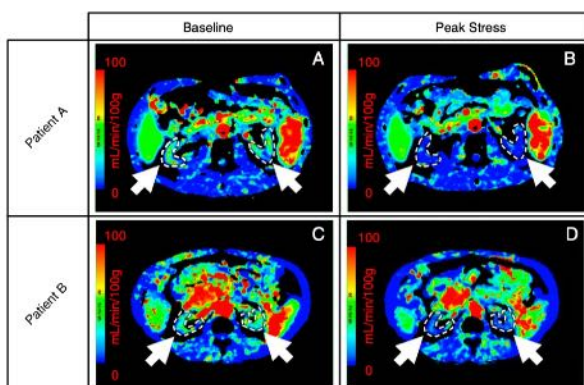
Odu A et al., Cjasn 2015;10:1408



27

L'HD hypotherme réduit l'hypoperfusion rénale ID

n = 44 pts, cross-over HD standard (36,5) vs HD "very cool" (35,0)
Mesure de la perfusion rénale par CT scan



Marants C & al. Jasn 2019

28

Bénéfices cliniques de la dialyse « cool » voire « très cool »

- Réduction des hypotensions intradialytiques
- Amélioration de la variabilité hémodynamique et tensionnelle per-séance
- Réduction de la sidération cardiaque perdialytique (anomalies de la cinétique pariétale segmentaire du VG)
- Réduction des lésions cérébrales perdialytiques (matière blanche)
- Réduction de l'hypoperfusion rénale ID

Maggiore Q, *AJKD* 2002;40:280 - Selby NM, *NDT* 2006;21:1883 - Chesterton LH, *Hem Int* 2009;13:189
 Jefferies HJ, *Blood Purif* 2011;32:63 - Eldehni M, *Jasn* 2015;26:957 – Marants Jasn 2019



29

U.S. National Library of Medicine
ClinicalTrials.gov

[Find Studies](#)
[About Studies](#)
[Submit Studies](#)
[Resources](#)
[About Site](#)

Major Outcomes With Personalized Dialysate TEMPERATURE (MyTEMP)

ClinicalTrials.gov Identifier: NCT02628366

Recruitment Status : Active, not recruiting
 First Posted : December 11, 2015
 Last Update Posted : August 14, 2019

Isotherme vs Température préD – 0,5° C

Arms and Interventions

Arm	Intervention/treatment
Experimental: Personalized Dialysate Temperature Dialysis centres randomized to the intervention arm will provide temperature-reduced personalized hemodialysis. A nurse will set the temperature of the dialysate to 0.5°C below each patient's body temperature measured just before starting the dialysis treatment. We are aware that some dialysis machines (e.g. Fresenius 5008) are only able to modify dialysate temperature by 0.5°C increments. For centres with those machines, the nurse will set the dialysate temperature 0.5 to 0.9 °C below each patient's body temperature (measured before starting the hemodialysis treatment) to a minimum of 35.5°C.	Other: Personalized Dialysate Temperature Dialysis centres randomized to the intervention will provide temperature-reduced personalized hemodialysis. A nurse will set the temperature of the dialysate to 0.5°C below each patient's body temperature measured just before starting the dialysis treatment. We are aware that some dialysis machines (e.g. Fresenius 5008) are only able to modify dialysate temperature by 0.5°C increments. For centres with those machines, the nurse will set the dialysate temperature 0.5 to 0.9 °C below each patient's body temperature (measured before starting the hemodialysis treatment) to a minimum of 35.5°C. Other Name: Individualized Dialysate Temperature
No intervention: Fixed Dialysate Temperature at 36.5°C Dialysis centres in the control group will provide usual care, which is standard dialysis using a fixed dialysate temperature of 36.5°C	



30

Candidats à la dialyse « cool »

- Prévention des hypotensions intradialytiques (Recommandations KDOQI 2005, EBPG 2007)
- Débits UF élevés
- Malades hypothermes
- Hypotendus chroniques
- Insuffisants cardiaques ou coronariens
- Premières séances
- ? Tous les dialysés

