

AUTHORS: Brindle GF, Lamarche Y, Pel'e JP:

DATE: 1972

TITLE: (Heating by microwaves of cold preserved blood).

SOURCE: Union Med Can 101(6):1184-9, Jun

MAIN SUBJECT HEADING:

AN	HU	AT	IH	M
ANALYTICS	HUMAN EFFECTS	ANIMAL TOXICITY	WORKPLACE PRACTICES- ENGINEERING CONTROLS	MISCELLANEOUS

SECONDARY SUBJECT HEADINGS: AN HU AT IH M

Physical/Chemical Properties

Review

Animal Toxicology

Non-occupational Human
Exposure

Occupational Exposure

Epidemiology

Standards

Manufacturing

Uses

Reactions

Sampling/Analytical Methods

Reported Ambient Levels

Measured Methods

Work Practices

Engineering Controls

Biological Monitoring

Methods of Analysis

Treatment

Transportation/Handling/
Storage/Labeling

not translated 9/14

English summary

LE RÉCHAUFFEMENT PAR LES MICRO-ONDES DU SANG FROID CONSERVÉ

G. Fred BRINDLE, Yves LAMARCHE¹ et Jean-Pierre PELÉ, B.T.S.²

Il y aura bientôt dix ans, quelques auteurs dont Boyan^{1, 2, 3} attirèrent l'attention du monde médical sur l'hypothermie et sur les troubles de la fonction cardiaque consécutifs à la perfusion de grandes quantités de sang froid conservé. Plusieurs techniques furent employées par la suite pour réchauffer le sang, de manière à éviter le refroidissement du patient et les complications cardio-vasculaires subséquentes. En pratique les patients susceptibles d'hypothermie post-transfusionnelle sont d'une part les adultes qui reçoivent des transfusions multiples et d'autre part les nouveaux-nés à qui on fait subir une exsanguino-transfusion.

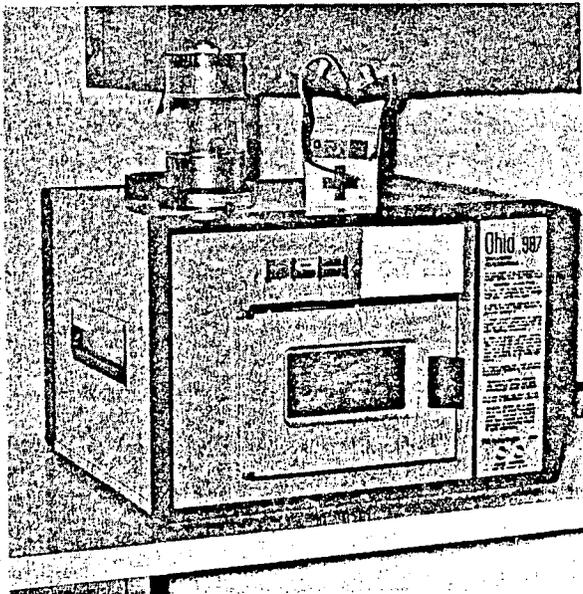


Fig. 1 — Photographie du four à micro-ondes. A sa partie supérieure gauche, on voit le cylindre dans lequel le sac de sang sera placé. Ce cylindre sera ensuite déposé à l'intérieur du four.

Les techniques de réchauffement en usage consistent à faire passer le tube d'administration dans un bassin d'eau chaude ou à immerger un serpentin dans un bain d'eau à chaleur contrôlée par un thermostat ou bien encore et ceci est le dernier pro-

duit de notre technologie, à introduire le sang dans un chauffe-sang à micro-ondes avant la perfusion. Pendant toute la durée du cycle de réchauffement, le sac subit un mouvement de rotation de 50 révolutions/minute (Fig. 1, 2).

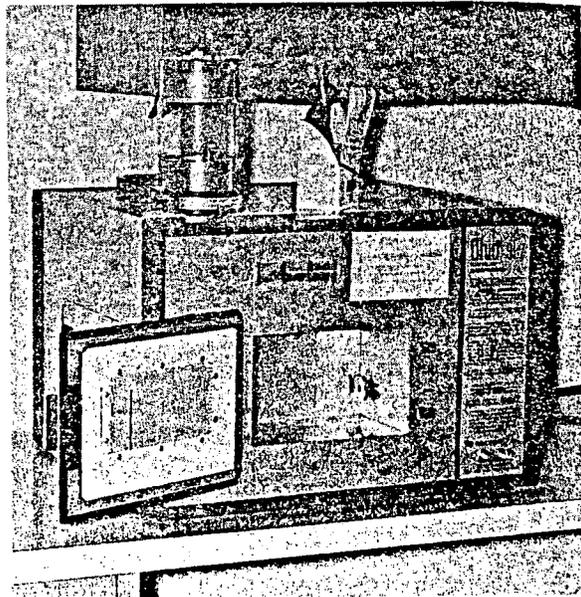


Fig. 2 — Le four à micro-ondes. La porte a été ouverte. On peut apercevoir l'engrenage qui imprimera un mouvement de rotation du cylindre lors du réchauffement.

Ce dernier procédé a été en usage dans notre hôpital depuis plus de 18 mois. La formation d'hémolyse lors du réchauffement d'hématies déplasmatisées nous a incité à étudier les changements possibles du sang après réchauffement dans le four à micro-ondes. L'apparition d'un ictère chez un opéré de la veille à la suite de la perfusion de 2 sacs d'hématies déplasmatisées et de 5 sacs de sang complet réchauffés par les micro-ondes nous fit immédiatement suspecter l'appareil; ce qui fut confirmé par l'observation d'un 2^e patient devenu ictérique à la suite de perfusion d'hématies déplasmatisées, réchauffées de la même manière. Le manufacturier fut averti et à partir de ce moment aucun sac de plastique contenant moins de 450 ml de sang ne fut placé dans l'appareil. Nous avons par la suite, et c'est le sujet du travail actuel, étudié 55 sacs de sang réchauffés de cette manière.

¹ Anesthésistes, département d'anesthésie-réanimation.

² Technicien de laboratoire, département d'anesthésie-réanimation.

Centre Hospitalier Universitaire, Université de Sherbrooke.

La
de sa
d'adm
ratur
des.
prépa
salles
du de

Ce
thode
condu
une
oscill
cycle
sont.
un s
la et
alors
veme
gnéti
laire
éner
therm
en m
toute
surcl

1.
après
labo
thod

2.
au r
entri
diés
dans
cemb
levé
le fo
lon
révo
tassi
orat
taux
du s

3
brut
plas
de s

TOA

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La technique consiste à réchauffer le contenant de sang en son entier avant de le brancher au tube d'administration. L'appareil fait monter la température du sang de 4° à 32°C en moins de 55 secondes. Notre chauffe-sang est situé dans la salle de préparation d'anesthésie et dessert ainsi toutes les salles d'opérations, en plus de la salle de réveil et du département des soins intensifs chirurgicaux.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Cet appareil ne fonctionne pas suivant les méthodes usuelles de production calorifique, telles que conduction, convection ou radiations. À la place, une énergie électromagnétique est engendrée par un oscillateur à fréquence très rapide (2,450 micro-cycles/sec.) dont les ondes, émises par une antenne, sont dirigées vers le récipient à réchauffer. Quand un sac de sang est placé dans le champ alternatif, la chaleur est dégagée à l'intérieur même du sac, alors que les molécules du sang se mettent en mouvement avec chaque alternance du champ électromagnétique. En d'autres mots, la friction intermoléculaire sert à convertir l'énergie électromagnétique en énergie thermique. Ordinairement, une sonde thermo-sensible arrête le processus de réchauffement en moins de 60 secondes. Un coupe-circuit arrêtera toute opération après 80 secondes pour éviter la surchauffe.

MATÉRIEL

1. Des tests de fragilité osmotique ont été faits après réchauffement sur 9 unités de sang dans le laboratoire d'hématologie clinique d'après la méthode décrite par Simmons ⁴.

2. De plus, 50 sacs de sang conservé contenant au moins 450 ml de sang citraté dont l'âge variait entre 1 et 22 jours (âge moyen 10 jours) furent étudiés immédiatement avant et après réchauffement dans le four à micro-ondes. Après avoir agité doucement le sac de sang froid, 5 ml de sang furent prélevés aseptiquement. Le sac fut ensuite placé dans le four et après réchauffement un deuxième échantillon de sang fut prélevé. Après centrifugation à 2000 révolutions/minute le dosage du sodium et du potassium sériques a été fait (Instrumentation Laboratories, Photomètre à flamme modèle 143) et le taux d'hémoglobine plasmatique déterminé à l'aide du spectrophotomètre Coleman.

3. Pour évaluer les effets de la manipulation brutale sur le sang, la concentration en hémoglobine plasmatique a été mesurée sur trois (3) échantillons de sang manipulés avec soin et douceur et comparée

à celle de trois (3) échantillons du même sang éjecté avec force de la seringue dans le tube à vide de façon à produire du bouillonnement et de la turbulence.

4. Deux (2) sacs contenant 200 ml d'hématies déplasmatisées furent réchauffés dans le four et les concentrations d'hémoglobine plasmatique comparées avant et après réchauffement.

RÉSULTATS (Tableaux I et II)

A) Fragilité globulaire :

La méthode clinique employée, peu sensible, n'a pu démontrer de changements significatifs de la fragilité globulaire. Les résultats inscrits dans les Tableaux I et II ne montrent en effet aucune augmentation de la fragilité globulaire après exposition du sang aux micro-ondes.

ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION DU POTASSIUM EXTRA-CELLULAIRE EN FONCTION DE L'ÂGE DU SANG.

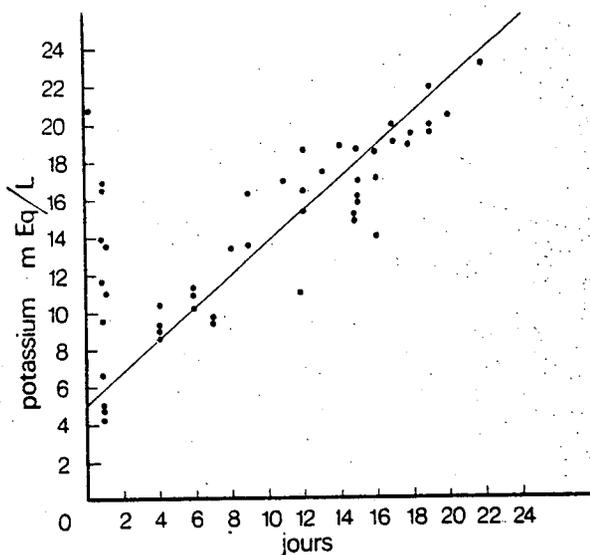


Fig. 3 — Courbe de régression montrant la relation entre l'âge du sang et le taux de potassium extracellulaire.

L'équation de la courbe:

$$Y = bx + a, a = 5.013 \quad b = 0.868.$$

Le coefficient de corrélation:

$$r = 0.41 \quad (\text{pour } 36 = 38 - 2)$$

celui de la courbe $r = 0.808$.

B) Dosage du sodium et du potassium sériques : (Tableaux I et II)

Le dosage avant le réchauffement, en représentation graphique sur la Fig. 3, montre une corrélation directe et positive entre l'âge du sang et le taux de potassium. Il n'y a pas eu de changements significatifs dans la concentration électrolytique après réchauffement.

TABLEAU I

ÉTUDE DE 50 UNITÉS DE SANG ENTIER CHAUFFÉES PAR UN CHAUFFE-SANG À MICRO-ONDES

Numéro d'unité	Age Jours	Hb plasmatique mg/100 ml		Sodium mEq./L.		Potassium mEq./L.		Fragilité érythrocytaire osmotique exprimée en pourcentage de NaCl.	
		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
								Hémolyse Début Fin	Hémolyse Début Fin
Moyenne des valeurs	10 (1-22)	34.92	38.40	162.52	162.50	15.11	15.14	0.55-0.25	0.56-0.23
Moyenne des différences	—	3.479		0.020		0.032		—	—
Intervalles de confiance	—	-2.953 } +9.911 }	95% conf.	-0.183 } +0.223 }	95% conf.	-0.028 } +0.092 }	95% conf.	—	—
Signification statistique	—	t=1.060	N.S.	t=0.192	N.S.	t=1.032	N.S.	—	—
7167	16	106.7	139.0	167.0	166.0	18.4	18.6	0.65-0.20	0.65-0.20
22162	18	53.0	53.7	164.0	164.0	18.8	19.0	—	—
9013	4	12.4	69.5	168.0	168.0	8.5	8.7	0.55-0.35	0.55-0.35
9014	4	53.3	66.4	163.0	160.0	10.2	10.0	0.55-0.35	0.55-0.35
16385	7	1.7	2.1	163.0	163.0	9.4	9.5	0.55-0.20	0.55-0.20
5529	7	10.8	27.1	167	167	9.4	9.5	0.55-0.20	0.55-0.20
15874	1	0.9	2.3	174.0	175.0	4.9	4.9	0.55-0.20	0.55-0.20
15871	1	53.2	76.0	170.0	171.0	4.3	4.3	0.45-0.20	0.45-0.20
91393	17	42.7	92.4	162.0	162.0	19.0	19.0	0.55-0.20	0.65-0.20
9007	11	29.5	85.3	164.0	164.0	17.0	18.0	0.55-0.35	0.55-0.20
35325	15	34.6	22.5	162.0	162.0	18.7	18.7	—	—
35369	15	26.0	31.4	162.0	163.0	15.8	16.0	—	—
46928	20	20.7	34.6	160.0	160.0	20.4	20.7	—	—
35361	15	49.0	60.0	161.0	162.0	17.0	17.2	—	—
48076	16	11.6	14.3	160.0	160.0	17.1	17.0	—	—
48079	16	37.6	25.1	160.0	160.0	13.9	13.9	—	—
48616	22	66.1	31.0	157.0	157.0	23.1	23.0	—	—
49223	22	71.6	136.9	138.0	138.0	41.0	41.0	—	—
36501	9	87.5	66.1	164.0	164.0	16.2	16.2	—	—
36514	9	33.0	11.2	166.0	166.0	13.4	13.4	—	—
35851	8	33.0	73.9	166.0	165.0	13.2	13.4	—	—
37241	14	61.4	32.0	160.0	160.0	18.8	18.8	—	—
63	1	17.8	17.6	166.0	167.0	11.0	11.1	—	—
35360	1	33.5	35.6	163.0	163.0	13.5	13.6	—	—
45343	13	41.5	31.5	158.0	159.0	17.5	17.7	—	—
44843	15	20.1	18.7	161.0	161.0	14.7	14.7	—	—
44902	12	66.2	47.4	160.0	160.0	18.5	18.3	—	—
44929	12	23.1	11.0	160.0	160.0	16.4	16.4	—	—
49494	12	21.6	17.6	164.0	164.0	11.0	11.0	—	—
46924	12	49.6	29.1	163.0	163.0	15.2	15.2	—	—
49509	6	26.2	20.4	164.0	164.0	11.2	11.2	—	—
49538	6	18.9	13.9	164.0	162.0	10.1	9.8	—	—
46473	15	35.5	28.6	160.0	160.0	15.9	16.0	—	—
45233	19	31.4	37.6	155.0	154.0	21.9	21.8	—	—
45739	19	49.4	43.0	160.0	160.0	19.5	19.6	—	—
45231	19	40.4	43.8	157.0	157.0	19.7	19.7	—	—
33055	17	74.3	34.3	161.0	161.0	19.9	19.9	—	—
46476	1	18.2	11.1	161.0	161.0	11.6	11.6	—	—
26078	15	26.6	16.1	160.0	160.0	15.1	15.1	—	—
—	0	33.7	87.5	161.0	161.0	20.7	20.8	—	—
35432	1	39.0	30.7	158.0	158.0	16.5	16.5	—	—
30824	6	32.0	22.5	165.0	165.0	11.05	11.05	—	—
—	1	13.0	22.5	168.0	168.0	5.0	5.0	—	—
58	1	6.6	6.5	175.0	176.0	6.6	6.5	—	—
46951	4	13.9	12.2	170.0	170.0	9.2	9.25	—	—
46930	4	18.7	6.8	170.0	170.0	9.1	9.0	—	—
33226	1	10.3	12.0	160.0	161.0	13.9	13.95	—	—
31073	1	31.0	34.7	160.0	160.0	16.9	17.0	—	—
—	1	27.4	40.0	163.0	162.0	9.5	9.5	—	—
43351	18	30.0	36.7	161.0	161.0	19.4	19.5	—	—

C. L.
Le
senté

Hb plasmatique mg/100ml

Fig.
trati
est
L'éq
Y =
Le c
r 0.
celu

TABEAU II
EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT ET DES MANIPULATIONS PAR MICRO-ONDES SUR LE SANG ENTIER
ET LES HÉMATIES DÉPLASMATISÉES

ETUDE DE 55 UNITES DE SANG ENTIER
 CHAUFFÉES PAR UN CHAUFFE-SANG A MICRO-ONDES

TYPE UNITE	NOMBRE UNITES	VOLUME MOYEN ml.	AGE MOYEN JRS	TEMPS DE DETERMINATION	SODIUM MEQ./L. MOYEN	POTASSIUM MEQ./L. MOYEN	Hb. PLASMAT. mg./100ml. MOYENNE	*FRAGILITE ERYT. OSMOTIQUE MOYENNE EXPRIMEE EN POURCENTAGE DE NaCl.	
								DEB. HEMOLYSE-FIN HEMOLYSE	
SANG ENTIER	50	450	10	AVANT CHAUFFAGE	162.5	19.11	34.32	0.55	0.25
				APRES CHAUFFAGE	162.5	15.14	38.60	0.56	0.23
HEMATIES DEPLASMAT.	2	200	24	AVANT CHAUFFAGE	128.5 125 A 132.	53.2 49.5 A 57	580.5 477 A 690		
				APRES CHAUFFAGE	111.0 105 A 117	59.9 56 A 63.	17.55 1680 A 1830		
SANG ENTIER	3	450	24	PRELEVEMENT 'DOUX'	57 155 A 160	23.6 21.8 A 27.0	57.8 27.9 A 99		
				PRELEVEMENT 'BRUTAL'	157 155 A 160	24.2 22.3 A 28.0	415 285 A 570		

* 9 UNITES

TEMPS MOYEN DE CHAUFFAGE: HEMATIES 27.5 SECONDES (27-28)
 SANG ENTIER 50 SECONDES (44-61)

TEMPERATURE MOYENNE: HEMATIES 38.5°C (34.5-38.5)
 APRES CHAUFFAGE SANG ENTIER 32.9°C (30.7-38.5)

C) L'hémoglobine plasmatique : (Tableaux I et II)

Les dosages faits avant réchauffement sont présentés sur la Fig. 4. Une corrélation est bien évidente

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION DE L'HEMOGLOBINE PLASMATIQUE
 EN FONCTION DE L'AGE DU SANG.

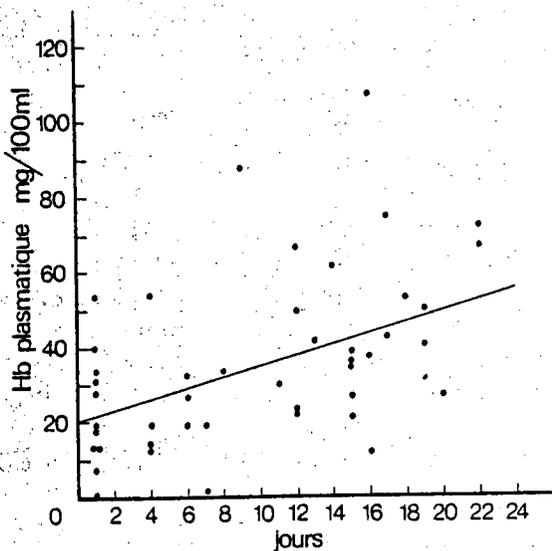


Fig. 4 — Cette figure montre la corrélation de la concentration en hémoglobine plasmatique et l'âge du sang. Elle est loin d'être aussi évidente que pour le potassium.
 L'équation de la courbe:
 $Y = bx + a$, $a = 20.8$ $b = 1.452$.
 Le coefficient de corrélation:
 $r = 0.01$ (pour 48 = 50 - 2) = 0.35.
 celui de la courbe $r = 0.449$.

entre l'âge du sang et la concentration de l'hémoglobine plasmatique. Aucun changement d'importance n'est noté à part les résultats paradoxaux (Tableau 1), où l'hémoglobine plasmatique est moins élevée après réchauffement, ce qui s'explique par un mélange insuffisant du sang avant le prélèvement.

D) Les effets de la manipulation :

Ces effets sont visibles au Tableau II. Des échantillons prélevés dans le sac de sang ont montré une augmentation considérable de l'hémoglobine plasmatique quand le sang a été injecté avec force dans le tube à vide (« prélèvement brutal »); l'écoulement spontané du sang dans le tube à vide a causé moins d'hémolyse (« prélèvement doux »).

E) Les hématies déplasmatisées en volume inférieur à 200 ml :

La concentration en hémoglobine plasmatique qui était déjà élevée a triplé pour atteindre une moyenne de 1755 mg/100 ml après réchauffement dans le four à micro-ondes (Tableau II).

DISCUSSION

Le but de ce travail était double: tout d'abord de déterminer si l'intégrité du globule rouge était affectée par l'exposition aux micro-ondes et ensuite d'étudier les variations de la concentration du potassium sérique causées par le réchauffement dans le four. La technique de réchauffement du sang par immersion d'un serpentin dans les récipients d'eau

chaude est encombrante et prend du temps; de plus la résistance à la perfusion est considérablement augmentée. Depuis plusieurs années des fours à micro-ondes ont été le sujet d'études^{5, 6}. Les premiers modèles produisaient en certains points du sac des régions très chaudes où le sang était surchauffé; dans ces conditions, l'hémoglobine plasmatique passait de 26.8 mg% avant réchauffement à 90.6 mg% après réchauffement⁵. Léonard⁶ étudia un modèle amélioré et conclut qu'il n'y avait pas de dommages aux hématies, conclusion qu'il atteint en dosant les concentrations de l'heptoglobine et de l'adénosine triphosphate, et en étudiant la survie des hématies.

Notre propre expérience avec deux patients ictériques qui avaient reçu des transfusions de 250 ml d'hématies déplasmatisées nous a incité à cesser le réchauffement des sacs de sang contenant moins de 450 ml. Notre étude était déjà en cours lorsque Staples⁷ rapporta l'hémolyse du sang dans le même type d'appareil que celui que nous employons. L'appareil en question est le modèle 987 Ohio (Ohio Medical Products, Montréal) qui expose le sang à des radiations de 2450 MHz à 1100 watts au lieu de 1000 watts comme dans les premières versions du même appareil. La vitesse de rotation du cylindre a été augmentée de 20 à 50 révolutions/minute. Staples⁷ n'a trouvé aucune modification du sang réchauffé si l'équipement fonctionnait bien et était utilisé suivant les normes du manufacturier. Cette technique permet de réchauffer le sang en moins de 55 secondes à une température moyenne de 32°C. La partie du sac située au milieu du cylindre est plus exposée aux micro-ondes et atteint 35°C. L'extrémité du sac, où la quantité de sang est moindre, est plus susceptible d'être surchauffée par le passage des micro-ondes. Pour prévenir ces possibilités les extrémités du cylindre sont protégées par du métal. Le tube-échantillon doit être replié dans cette zone protectrice. Toutes les agrafes en métal doivent être enlevées pour prévenir la surchauffe et la rupture du tube.

CONCLUSION

Le chauffe-sang à micro-ondes présentement disponible réchauffe le sang rapidement (45 à 55 sec.) sans endommager les hématies à condition que les instructions du manufacturier soient bien suivies. Une mauvaise technique de réchauffement du sang est la cause d'une hémolyse excessive et d'une diminution possible de la survie du globule *in vivo*.

Son prix coûtant est de \$3,000.00, mais cet appareil peut desservir tout un bloc opératoire. Le bain d'eau à chaleur contrôlée par un thermostat

coûte environ \$300.00 mais plusieurs appareils de ce type deviennent nécessaires pour un bloc opératoire de dimension moyenne ou grande; de plus chacun des serpentins coûte \$3.00.

Un des principaux désavantages du système de serpentin avec bain réchauffant est l'augmentation énorme de la résistance à la perfusion. Le sang réchauffé par le four à micro-ondes est moins visqueux et peut être transfusé rapidement même à travers une aiguille de calibre restreint (exemple: calibre 18). Cette méthode évite d'introduire dans la salle d'opération un appareil d'administration encombrant. Elle réduit aussi le nombre d'appareils électriques en usage dans la salle d'opération.

Lorsqu'il arrive au patient, la température du sang dépend de sa température dans le sac et de la vitesse de perfusion. Si cette perfusion se fait très lentement, le sang réchauffé se refroidira au contact de l'air ambiant et le réchauffement perdra alors beaucoup de sa valeur. De la même manière, du sang non réchauffé perfusé lentement, se réchauffera au contact de l'air ambiant pour donner un résultat presque comparable et cela sans le secours de l'appareil. En exemple, pendant la perfusion de sang réchauffé à la vitesse de 60 gouttes à la minute (4 ml/minute) la température du sang baissera d'environ 4°C pendant son exposition à la température ambiante dans le tube d'administration (de 32°C à 28°C); cependant si les pertes sanguines sont élevées la vitesse de remplacement dépassera ordinairement 240 cc à l'heure et la déperdition de chaleur du sang sera moins importante.

Comme inconvénients majeurs de cet appareil, il faut mentionner:

- a) *Son coût initial élevé.*
- b) *La possibilité d'endommager les globules rouges si des petites quantités de sang sont réchauffées (moins de 450 ml). Ainsi les hématies déplasmatisées qui sont d'un usage de plus en plus courant à cause des exigences des banques de sang et les petites quantités préparées pour les bébés et les enfants doivent être réchauffées par les méthodes conventionnelles jusqu'à ce qu'un meilleur four à micro-ondes soit disponible.*
- c) *De plus la possibilité d'erreurs d'identification est augmentée lorsque plusieurs transfusions pour des patients différents sont apportées en même temps pour être réchauffées.*

Même si elle n'est pas compliquée, la technique doit être observée strictement et nous suggérons fortement qu'un petit nombre seulement de membres du personnel des salles d'opération soit entraîné à utiliser l'appareil. Des vérifications hebdomadaires

de la
pérat

Au
chauf
nous
pèsen
L'ider
par l
qu'un
nistré
retour
fértati
domn
conce
de 80
de tr
même

Ce
récem
ont d
ration
sécuri
comp

No
par l
que c
ni qu
et du
celui
après
cellul
tains
une f
que c

La
ce tr
ondes
blem
Cep
temp
nelle

de la durée du cycle de réchauffement et de la température du sang réchauffé sont essentielles.

Au contraire de McCullough⁸ qui limite le réchauffement aux transfusions massives seulement, nous réchauffons toutes les transfusions de sang qui pèsent au-delà de 450 grammes avant la perfusion. L'identification et la vérification du sang sont faits par l'anesthésiste avant le réchauffement parce qu'une fois celui-ci effectué le sang doit être administré le plus tôt possible. Il ne doit jamais être retourné au réfrigérateur à cause du danger de prolifération bactérienne. Le réchauffement répété endommage les globules rouges, comme le prouve une concentration en hémoglobine plasmatique de plus de 800 mg/100 ml, mesurée sur du sang conservé de trois jours mais réchauffé à 3 reprises dans la même journée⁸.

Cet appareil n'a été mis sur le marché que très récemment. Des améliorations et des modifications ont déjà été faites depuis son apparition. L'amélioration générale de l'appareil et des dispositifs de sécurité suivra sans aucun doute l'introduction de la compétition dans ce domaine.

Résumé

Notre étude du réchauffement du sang conservé par la méthode des micro-ondes n'a pas démontré que cette méthode augmentait la fragilité globulaire, ni qu'elle faisait monter les taux de l'hémoglobine et du potassium plasmatiques. Ce travail, comme celui de Miller⁹, ne nous a pas permis d'observer après réchauffement un retour du potassium extracellulaire vers le milieu intracellulaire, comme certains l'avaient laissé supposer. Nous avons constaté, une fois de plus, l'augmentation du potassium sérique causé par le vieillissement du sang conservé.

La survie des hématies n'a pas été étudiée dans ce travail. L'exposition totale du chien aux micro-ondes¹⁰ entraîne une leukopénie légère et possiblement une diminution de la survie des hématies. Cependant, l'étiologie exacte de cette diminution temporaire est inconnue, mais semble proportionnelle à la dose de radiations.

Incessamment, nous entreprendrons une étude pour rechercher les effets du réchauffement par micro-ondes sur la survie des hématies en employant les globules marqués au Chrome 51.

Summary

The microwave warming technique did not affect red cell fragility, nor did it result in increased hemoglobin or potassium in the plasma. It has been stated that warming blood results in a return of extracellular potassium back into the red cells. Our study failed to show such an intracellular movement and it would appear that Miller⁹ has also failed to observe this phenomenon. The rise in serum potassium with the ageing of bank blood was once again demonstrated.

Red cell survival was not measured in this study. Whole body microwave radiation of the dog¹⁰ results in a mild leukopenia and a possible decreased survival rate of red blood cells. However the exact etiology of the temporary increase in red cell disappearance is not apparent but it would appear to be dose related.

A further study will be carried out to investigate the effects of microwave warming of blood on red cell survival as measured by Chromium⁵¹ tagged cells.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOYAN, C.P. et HOWLAND, W.S.: Blood temperature: A critical factor in massive blood transfusions. *Anesthesiology*, 22: 559, 1961.
2. McLEAN, L.D. et CAN TAN, A.: Ventricular defibrillation. *J.A.M.A.*, 175: 471, 1961.
3. ZAUDER, H.L., YASU, O. et ORKIN, L.R.: Cardiac arrest following massive transfusions. *N. York St. J. Med.*, 62: 2400, 1962.
4. SIMMONS, Arthur: Technical hematology. pp. 99-101. J.B. Lippincott, édit., Philadelphie, 1968.
5. RESTALL, Charles L., LEONARD, Paul E., TASWELL, Howard F. et HOLADAY, Reed E.: A microwave blood warmer — preliminary report. *Anesth. Analg. (Cleveland)*, 46: 625-628, 1967.
6. LEONARD, Paul E., RESTALL, Charles J., TASWELL, Howard F. et FAIRBANKS, Virgil F.: Microwave warming of bank blood. *Anesth. Analg. (Cleveland)*, 50: 302-305, 1971.
7. STAPLES, Parker J. et GRINER, Paul F.: Extracorporeal hemolysis of blood in a microwave blood warmer. *New Engl. J. Med.*, 285: 317-319, 1971.
8. McCULLOUGH, Jefferey, POLESKY, Herbert F., NELSON, Clareyse et HOFF, Thomas: Iatrogenic hemolysis — a complication of blood warmed by a microwave device. *Anesth. Analg. (Cleveland)*, 51: 102-106, 1972.
9. MILLER, Ronald D.: Transfusion therapy and associated problems. American Society of Anesthesiologists — Refresher Courses, 1971.
10. MICHAELSON, S.M., THOMPSON, R. et EL TAMAMI, M.Y.: The hematologic effects of microwave exposure. *Aerospace Med.*, 35: 824-829, 1964.