مجله دانشکده پزشکی ـ دانشگاه ملی ایران
سال چهارم ـ شماره دوم صفحه ۱۴۳ ـ ۱۴۷

خون گرم برای ترانسفوزیون

دکتر مهدی همایونفر ✿ دکتر احمد دیباج ✿

ازنکات‌مهمی که باید درمورد ترانسفوزیون (انتقال‌خون)- مخصوصاً درمورد انتقال‌مقادیر زیادخون درمدت‌کوتاه وباسرعت زیاد - مورد توجه قرار گیرد ، مسئله حرارت خون انتقالی است .

درگذشته آنطورکه بایدبه‌این موضوع توجه نشده وپائین افتادن کلسیم وبالارفتن پتاسیم درخون به‌عنوان علل مهم عوارض قلبی درزمان انتقال‌خون تلقی‌شده‌اند . گفته‌شده‌است‌که سیترات‌سدیم موجود در (A.C.D) باعث پائین افتادن کلسیم خون و بالنتیجه تغییرات الکتروکاردیوگرافیك و احیاناً عوارض قلبی میگردد . بعضی اظهارعقیده نموده‌اند که‌به‌یك‌شخص بالغ نباید بیش‌ازیك لیترخون (A.C.D) در مدت کمتراز بیست دقیقه تزریق گردد مگرآنکه وضع کلسیم‌خون بیمار نیزمورد توجه‌باشد وکمبودآن اصلاح گردد . ولی‌دیگران بااین‌عقیده موافق‌نیستند واظهارمیدارندکه درصورتی‌که کبد شخص سالم باشد ، سیترات به‌سرعت تجزیه‌میگرددو کلسیم‌خون بوسیلهٔ مکانیسم‌تعادلی‌استخوان خون ثابت نگاه‌داشته‌میشود . حتی گفته‌شده‌است که‌مصرف کلسیم پس‌از ترانسفوزیون‌هائی به‌مقدارزیاد ، باعث‌بالارفتن میزان‌مرگ ومیر میگردد (۸و۴) .

پتاسیم‌خون نیز ، چنانکه‌میدانیم به‌تناسب مدت‌نگاهداری خون افزایش مییابد .واین به‌علت‌نشت پتاسیم ازگلبولهای سرخ میباشد. مقدار پتاسیم‌ممکن‌است‌درظرف‌یك‌هفته‌از ۱۲ mEq/L به ۲۴ mEq/L برسد . گفته‌شده‌است که‌این ازدیاد ،ازعوامل مهم ایستادن قلب درزمان ترانسفوزیون‌های وسیع است (۱۲) . ولی‌عده‌ای ازمصنفین بااین‌عقیده نیز موافقت‌ندارند .

اکنون به‌نظرمیرسد که‌نقش‌کمی کلسیم وزیادی پتاسیم در ایجادعوارض‌قلبی درزمان انتقال‌خون بیش‌از اندازه‌مهم تلقی شده است وممکن است حرارت خون در این باره نقش مهمتری را داشته باشد .

حرارت ویژه خون تام ۰/۸۷ Cal/g/C است (۱۳).

بنابراین برای گرم‌شدن هرواحد (۵۰۰ cc) خون از۴درجه سانتیگراد (حرارت یخچال بانك‌خون) تا ۳۷ c (حرارت بدن) طبق رابطه $Q = mC\ (t^2 - t^1)$ و یا $0/5 \times 33 \times 0/87 = 14/4$ K.Cal حرارت لازم است . تزریق چندین واحد خون سرد در مدت کوتاه و باسرعت زیاد مخصوصاً دربیمارانی که به‌علت خونریزی‌شدید درحال‌شوك ویازیر بیهوشی عمومی باشند ودرنتیجه مکانیسم‌تنظیم حرارت‌بدن آنهاتاحدی مختل‌باشد ممکن است باعث‌پائین آمدن درجهٔ‌حرارت قلب وبدن واحیاناً ایجاد عوارض ناگوار گردد .

Boyan و Howland (۳) در۱۹۶۱ بامطالعات‌خود رابطه‌ای بین اختلالات قلبی مانند فیبریلاسیون وانتریکولر وایستادن قلب بامصرف خون سردبدست آوردند وآزمایشهائی‌که Rugheimer وهمکاران روی حیوانات انجام دادند ، این رابطه را تأئید نمود.

آنها نشان‌دادندکه تزریق بسیار سریع مقادیر زیاد خون سرد درسگ میتواند درمدتی‌کوتاه حرارت قلب را تا۲۵ درجه سانتیگراد پائین بیاورد . این‌درجه حرارت برای‌قلب‌خطرناك است وممکن است فیبریلاسیون وانتریکولر وایستادن قلب را به‌دنبال داشته‌باشد .

Boyan و Howland موفق‌شدند بامصرف خون‌گرم‌شده برای ترانسفوزیون به‌بیمارانی که مقادیرزیاد خون‌درمدتی کوتاه دریافت میدارند ، مرگ‌ومیر زمان‌عمل‌را تاحدقابل‌توجهی پائین بیاورند (۶) .

از آن پس در مقالات متعددی مصرف خون‌گرم شده مخصوصاً برای ترانسفوزیون‌ها بامقدار زیاد توصیه شده است (۲-۳-۶-۷-۹-۱۰-۱۱-۱۴) .

برای گرم نمودن خون ترانسفوزیون دو راه کلی وجود دارد .

✿ دانشیار دانشکده پزشکی‌ـدانشگاه ملی ایران
✿✿ دانشیار گروه‌پاتولوژی دانشکده پزشکی

۱ـ گرم نمودن مداوم خون درزمان تزریق :
Continious - flow warming

این‌تکنیك‌توسط LaudeوHale (۱۵) در۱۹۵۶ پیشنهاد شده است . در این‌طریقه‌خون‌سردهنگام‌عبورازلوله ترانسفوزیون گرم میشود . برای اینکار معمولا خون‌درزمان تزریق ازلوله‌مارپیچی بطول ۷متراز جنس پلی‌واینیل که‌درون ظرف‌آب ۳۸درجه‌قرار دارد ، عبورداده میشود .

دستگاههای جدید الکتریکی باترموستات وکنترل نیز برای‌اینکار ساخته‌شده‌اند (۵-۷-۹-۱۰) .

اشکال‌عمده این‌طریقه دراینست که حرارت‌خون تزریقی برحسب سرعت جریان خون متفاوت خواهد بود . گذشته از این لوله داخل ظرف حرارتی نیز باید برای هر بیمارتعویض گردد .

۲ـ گرم نمودن تمام خون قبل‌از تزریق :
Incubation of the whole blood battle

برای اینکار ممکن‌است خون درجعبه حرارتی مخصوص بادرجه حرارت قابل کنترل و یا در دستگاه میکروویودیاترمی قرارداده‌شود (۱۱) .

دراین طریقه خطر گرم شدن بیش‌ازحد خون ودرنتیجه همولیز گلبولها وصدمه به‌بیمار وجوددارد (۱) .

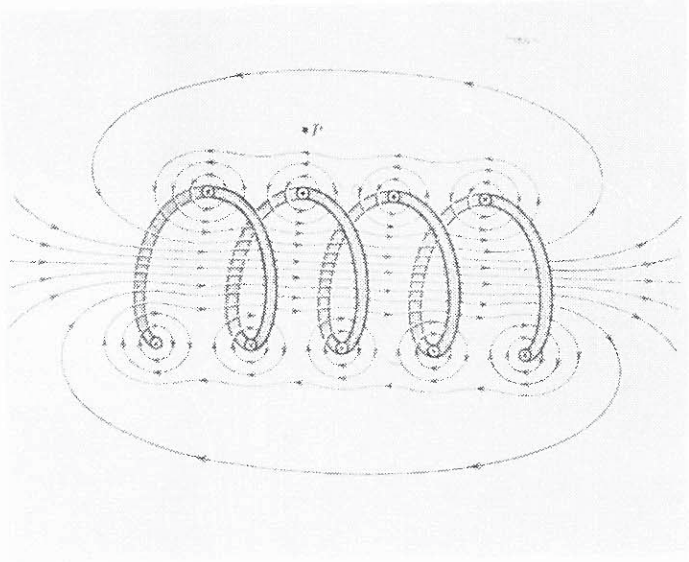
۳ـ استفاده از جریان الکترومغناطیسی موج کوتاه برای گرم نمودن تمام خون :
Warming Up of whole blood in a high — frequency Electeromagnetic field .

باتوجه به‌مشکلات وخطرات تکنیکهای فوق‌الذکرمیتوان از دستگاه ULTRATHERM 608 Siemens A.G— بعنوان مولدانرژی لازم برای گرم‌کردن تمام خون ـ استفاده کرد . دستگاه قادراست جریان متناوبی باطول موج ۱۱/۰۶۲ متر در هوا که معادل است با MHZ ۰/۶ ± ۲۷/۱۲ (مگاهرتز) تولید نماید (۱۷ و ۱۶) .

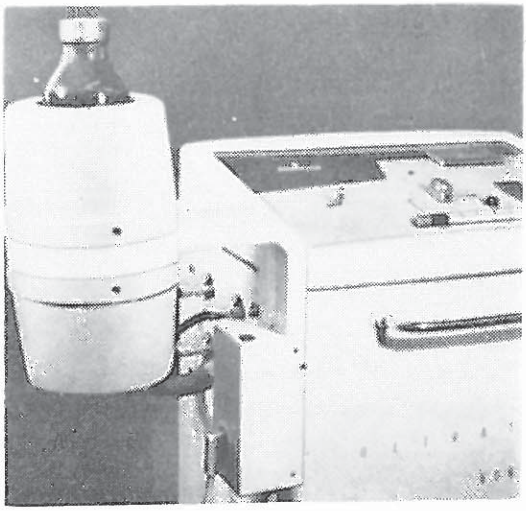
دستگاه اولتراترم میتواند فرکانس های مورد نظررا به‌دلخواه در ۸ منطقه از فرکانسهای کم تا زیاد باچرخاندن یك تکمه ایجاد نماید .

قسمت‌اصلی که برای این منظور بکارمیرود مارپیچی است ازسیم ضخیم روپوش‌دار که به منزله بوبین است . داخل این مارپیچ بطری‌یاظرف خون قرارمیگیرد وجریان‌الکترومغناطیسی تولیدشده باعث گرم‌کردن خون‌میشود .

بین‌مارپیچ وپوشش خارجی دستگاه فضای خالی در نظر گرفته‌شده تادراثر جریان عبور هوا ازگرمای بیش‌ازحدمارپیچ جلوگیری شود . داخل مارپیچ یك استوانه باجدار ضخیم از کاغذ سفت قرار گرفته تا مانع انتقال مستقیم حرارت به ظرف خون بشود . کمی بالاتر از ته دستگاه ، داخل مارپیچی کلید اتوماتیك بسیار دقیق قطع و وصل حرارتی قرارداده شده‌است .



شکل(۱)



شکل(۲)

این‌کلید وقتی‌ظرف خون روی‌آن قرار داده شود، جریان برق دستگاه‌را درحرارت کمتراز ۲۰درجه وصل ودرصدود ۳۰ درجه قطع مینماید .

برای‌اینکه خون به‌طور یکنواخت گرم‌شود بایستی به‌دو عامل‌مهم توجه‌داشت :

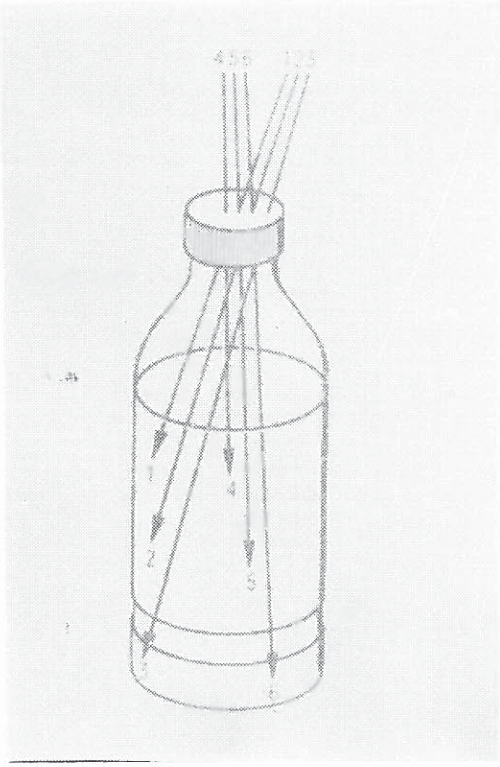
۱ـ مخلوط شدن کامل خون :

وقتی‌خون تام در ظرفی بدون حرکت نگاهداری شود عوامل‌سلولی آن درقسمت‌پائین ظرف ته‌نشین شده وپلاسما دربالا قرار میگیرد . از آنجاکه حرارت مخصوص پلاسما وگلبولها تفاوت دارد ، (حرارت مخصوص پلاسما ۰/۹۴ Cal/g/c وازآن گلبول‌سرخ ۰/۷۷ Cal/g/c می‌باشد) در میدان الکترومغناطیسی ، گلبول‌سرخ سریع‌تر ازپلاسما گرم‌میشود .

تجربه نشان داده‌است که‌وقتی‌خون کاملا بهم‌نخورده باشد پس‌از گرم‌کردن‌آن اختلاف حرارت تا ۱۲ درجه سانتیگراد مشاهده میشود . درحالیکه اگرخون کاملا مخلوط شده‌باشد (حداقل بیست‌بار وارونه‌کردن کامل‌ظرف) اختلاف درجه حرارت بیش‌از ۳ درجه نخواهدبود .

۱ـ وضع قرار گرفتن ظرف خون در میدان الکترومغناطیسی

به‌تجربه دیده‌شده‌است که بهترین موقعیت برای گرم‌شدن یکنواخت خون فاصله ۳۷تا۵۹ میلیمتری ازکف‌دستگاه است . دراین موقعیت اختلاف درجه حرارت بین نقاط‌مختلف ظرف‌خون بیش‌از ۳درجه نخواهدبود . درصورتیکه در فاصله ۸ میلیمتری ازکف دستگاه ، اختلاف ۱۱ درجه ودر فاصله ۲۴ میلیمتری ، اختلاف ۷ درجه به‌دست آمده‌است .



شکل(۳)

دراین دستگاه درجهٔ‌حرارتی که‌درآن کلید حرارتی باعث قطع‌جریان میشود بستگی به‌محل قرار گرفتن حرارت سنج ، ومدت روشن‌ماندن دستگاه ، تاحدی بستگی به جنس وضخامت شیشه ته‌ظرف خون دارد ، بنابراین محل حرارت سنج‌بایستی به‌دقت تعیین‌گردد . وضعیت ته‌ظرف‌خون نیز باید درمدنظرباشد مخصوصاً صاف یا ناصاف بودن ته‌ظرف . دراین مورد آزمایش نشان‌داده‌است که حداکثر زمان لازم برای رسیدن خون به ۳۰ درجه ودرنتیجه قطع‌جریان الکترومغناطیسی ـ برای شیشه‌خونی که‌ته‌آن‌ها صاف‌است ـ بین ۴۰ثانیه تایک‌دقیقه و۴۶ ثانیه‌می‌باشد وبرای شیشه‌های ناصاف بین ۳ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۵ دقیقه و ۲ ثانیه میباشد .

همچنین حرارت ته‌ظرف در زمان قراردادن خون در دستگاه باید مورد توجه قرارگیرد . ازآنجاکه هر قدر ته ظرف سردترباشد زمان لازم برای وصل جریان کوتاه‌تر خواهدبود ، بهتراست که‌خون مستقیماً از یخچال در دستگاه الکترومغناطیسی قرارداده شود .

تجزیه و تحلیل مواد خون باتکنیك گرم‌کردن درمیدان الکترومغناطیسی :

Schricker و Boehmer (۱۵). مطالعاتی‌ازنظر تجسسی وبالینی درکاربرددستگاه (Ultratherm 608–Siemens) بدین منظور نموده و موفق شده‌اند نشان دهند که با بکار بردن صحیح دستگاه واستفاده از ظروف متناسب ، میتوان تمام‌خون‌را به‌طور یکنواخت تادرجه حرارت مورد نظر گرم‌نمود بدون‌آنکه در PH و هموگلوبین و ترکیبات شیمیائی خون تغییرات قابل ملاحظه‌ای به‌وجود آید .

جدول‌صفحه‌بعدحاصل‌نتیجهٔ‌آزمایشی‌است که‌از۵شیشه‌محتوی ۴۸۰ تا ۵۲۰ m.l خون ـ که بین ۷تا۸ روز دریخچال‌بین درجهٔ ۴تا۶ قرارگرفته‌بود ـ حاصل شده است .

همانطورکه مشاهده میشود نتیجهٔ متوسط اندازه‌گیریهای حاصل ازاین ۵ آزمایش برای کلیهٔ اجزاء شیمیائی چه بایکبار وارونه کردن ویابیست‌بار مرتب وارونه کردن به‌منظور مخلوط کردن کامل وچه باتکنیك مورد بحث این‌مقاله تفاوت محسوسی نکرده‌است . تنها هموگلوبین وپتاسیم موجود درپلاسمادرستون ۱و۲ که مربوط به‌مخلوط‌کردن باسیستم سروته‌کردن شیشه‌است کمی‌بیشتراز تکنیك گرم‌کردن است . ولی‌دربقیهٔ قسمتها بطور کلی سیستم جدید گرم‌کردن تمام‌خون هیچگونه تغییرات غیرـ طبیعی‌را نشان‌نمیدهد . طول عمر گلبولهای سرخ نیز بامتد Cr51 اندازه‌گیری شده وپس‌ازگرم‌کردن خون بااین طریقه درآن هیچگونه تغییر قابل‌توجهی مشاهده نشده‌است .

نتایج آزمایش‌های کلینیکی

به‌منظور بررسی‌روش فوق از نظرکلینیکی Schricker وهمکارانش ۱۵۰ شیشه خون را که‌باتکنیك قرار دادن درمیدان الکترومغناطیسی گرم کرده بودند در بلوك اطاق های عمل ـ بیهوشی وبالاخره اطاقهای Recovery مورداستفاده قرار دادند . ازاین‌مقدار ۱۴۰ شیشه دراطاقهای عمل و۱۰ شیشه در اطاق Recovery به‌بیماران تزریق شد . درتمام مدت‌انتقال خون فشارخون نبض ، الکتروکاردیوگرام ، درجهٔ حرارت، ونسبت Respiratory بیماران مرتباً اندازه‌گیری وکنترل وثبت وضبط گردید. بعلاوه آزمایش ادرار بیماران نیز انجام یافت . درهیچ موردی حتی هنگامی که بیك مریض تا۷ شیشه خون درمدت ۲ ساعت تزریق شده بود ، کوچکترین تغییر غیر طبیعی مشاهده نشد .

مدت لازم برای گرم‌نمودن خون بااستفاده از دستگاه

فوق بسیار کوتاه وحدود ۲تا۶ دقیقه میباشد .

البته بایدتوجه‌داشت که خون تزریقی بیش‌از اندازه گرم نباشد . درجهٔ‌حرارت‌توصیه شده بین ۳۰و۳۶ میباشد که‌متوسط ۳۳ درجه بیشتر مورداستفاده قرار گرفته‌است .

توصیه :

دستگاه‌الکترومغناطیسی‌موج‌کوتاه‌درزمان‌کارممکن‌است در کار سایر دستگاههای الکتریکی اختلال ایجاد نماید . بنابراین بایستی ازبکارانداختن آن درنزدیکی کسانی کـه دستگاه تنظیم حرکات قلب (Cardiac Pacemaker) یاگوشـك بکار میبرند، خودداری گردد .

مواردی از کارتاراکت در اشخاصی که در کاربکار بردن دستگاههای‌ایجادجریان‌الکترومغناطیسی‌باتناوب 2450 MHZ بوده‌اند گزارش‌شده است ولی چون دستگاه (Ultratherm) جریانی‌باتناوب ۲۷/۱۲ MHZ ایجاد مینماید تاکنون چنین گزارشهایی‌در مورد بکار بردن این دستگاه در بین افراد استفاده کننده نرسیده وظـاهراً نیز احتمال‌کاتاراکت بسیار بعید بنظر میرسـد .

Analysis		After 1 inversion	After 20 inversions	After warming
pH		6.72	6.72	6.71
Haemoglobin	mg %	73.2	87.6	93.2
Glucose	mg %	304.6	327.4	320.6
Lactate	mg %	57.48	57.74	62.91
Total protein	g %	6.00	5.98	5.94
Albumin	g %	3.36	3.10	3.10
Bilirubin	mg %	0.58	0.64	0.58
Uric acid	mg %	6.88	6.90	6.76
Urea	mg %	8.26	8.36	8.76
Cholesterol	mg %	179	173	169
Potassium	(mEq./l)	12.03	15.30	15.00
Sodium	(mEq./l)	127.2	126	118.8
Calcium	(mEq./l)	3.90	3.94	4.06
LDH	(mU/ml)	273.5	278.6	293.2
SGPT	(mU/ml)	6.2	8.6	8.2
SGOT	(mU/ml)	10.6	11.8	11.2
Cholinesterase	(mU/ml)	1381	1381	1521
Alkaline phosphatase	(mU/ml)	8.80	8.84	8.80
Electrophoresis: Albumin		56.76	54.52	56.64
α_1-Globulin		2.98	2.78	2.94
α_2-Globulin		9.04	9.16	8.78
β-Globulin		10.3	11.44	11.12
γ-Globulin		20.78	20.45	20.50
Albumin/Globulin		1.306	1.310	1.316

خلاصـه

در این مقاله اهمیت‌گرم نمودن خون ترانسفوزیون ــ مخصوصاً درموارديکه مقادیرزیاد خون ، درمدت‌کوتاه و بـه بیمارانی‌که درحال شوك یا زیربیهوشی عمومـی باشند ، لازم باشد موردبحث قرارگرفته‌است. طرق مختلف‌گرم‌نمودن خون ، بررسی واستفاده ازمیدان الکترومغناطیسی موج‌کوتاه به‌عنوان یك‌وسیله جدیدگرم‌کردن خون، در مدت‌کوتاه و قابل استفاده معرفی شده است.

Summary

The importance of warming up the whole blood before transfusion , particularly when large amounts of stored blood is used for patients in shock or under general anesthesia is discussed. Various methods of Warming blood is presnted and the use of high frequency Electromagnetic field for this purpose and its advantages is introduced.

REFERENCES

1— Arens, J.F. Leonard G.L.: Danger of overwarming blood by microwave. J. Amer. Med. Ass. 218 (1971), 1045-1046.

2— Besseling, J.L. N.; Bull, A. B; Du plessis, J.M.E.; Mason, L.M.: the rapid warming of blood for massive transfusion by radiofrequency induction. S: Afr. Med. J. 39 (1965), 137-140.

3— Boyan, C.P.; Howland, W.S; blood temperature: A critical factor in massive transfusion. Anesthesiology 22 (1961). 559.

4— Boyan, C.P.; Howland. W.S.: Problems related to massive blood replacement. Anesth. Analg. Curr. Res. 41 (1962), 497-507.

5— Boyan, C.P.; Howland, W.S.: Cardiac arrest and temperature of bank blood. J. Amer. Med. Ass. 183 (1963), 58-60.

6— Boyan, C.P.: Cold or warmed blood for massive transfusion. Ann. Surg. 160 (1964), 282-286.

7— Dybkjaer, E.; Elkjear, P.: The use of heated blood in massive blood replacement. Acta anaesth. scand. 8 (1964), 271-278.

8— Howland, W.S.; Jacobs, R.G.; Goulet, A.H.; An evaluation of calcuim administration during rapid blood replacement. Anesth. Analg. Curr. Res. 39 (1960), 557-563.

9— Knight, P.F.; Wellard, M.J.: A blood heater for use in transfusion. Lancet 7261 (1962), 862-863.

10— Koons, R.A.: Blood warmer. Anesthesiology 25 (1964), 724-725.

11— Leonard. P.F.; Restall, C.J.; Taswell, H.F.; Fairbank, V.F.; Microwave warming of bank blood. Anesth. Analg, Curr. Res. 50 (1971), 302-305.

12— Le Veen, H.H.; Pasternack, H.S.; Lustrin, I.; Shapiro. R.B.; Becker. E.; Helft, A.E.; Brooklyn, A.B.: Hemorrhage and transfusion as the major cause of cardiac arrest. J. Amer. Med. Ass. 173 (1960), 770-777.

13— Mendlowitz, M.: The specific heat of hymanblood. Science 107 (1948) 97-98.

14— Ozinsky, J.: The need for warming stored blood. S. Afr. med. J. 39 (1965) 141-142.

15— Hale, D.E.; Laude, W.E.: Schockprophylaxe und Kunstlcihe blutdrucksenkung anaesthesist 5 (1956), 97-105.

16— Gillmann. H. Physikalishe Therapic. 2-Aufl. Thiem. Stuttgart 1968.

17— Schricker, K. Th.; Boehmer, H.J.: Experimental and clinical investigations on the warming of whole blood in a highfrequency electromagnetic field Electromedica 42 (1974) 89-93.

18— Siemens AG. Ultratherm 6.8, Betricks anleitung.