DOI:10.16016/j.1000-5404.1979.02.020

实 验 报 告

# 超短波加热狗的肝脏的实验报告

第一附属医院理疗科 吴宗耀 魏庆书 高永成

我们为了研究高温治癌，着重是治疗肝癌的可能性，曾用超短波对肝脏进行加热，以研究可能的加热程度和损害。现将结果报告如下：

## 实验对象和方法

**一、对象：**实验对象为本校动物所饲养的成年家犬，性别和体重未限。

**二、加热的方法：**采用电缆法和电容器法。电缆法采用ULTRA ENDOTHERM治疗机，波长6米。以电缆绕肝区3—5圈，线圈总长14cm，线圈与皮肤间垫以厚度1—5 cm的布单。输出电流130—190mA。电容器法采用80型治疗机，波长7.3米。以15×20 cm电容器电极左右对置于肝区，垫布单厚1—5 cm。输出电流110—190mA。

**三、测温的方法：**使用热电偶测温系统如前一部分实验[1]。典型的方法是将狗麻醉后剖腹，在直视下经腹壁或胸壁将热偶丝送至肝组织内约2—3cm深处，在胸壁与肝表面间使热偶丝迂回5—10 cm，以防止肝脏随呼吸而移动时热偶丝脱落，然后缝合腹壁加热。治疗完毕后再剖腹检查热偶丝的感温点是否仍在肝内。有8次实验置热偶丝时不曾开腹，有6次实验不曾再剖腹验证，有2次则验证时发现感温点已脱出肝外，这些均在结果中注明。

同时在直肠内插入酒精温度计测温以代表体温，该温度计的最小分度是1 ℃/1 mm。

## 结 果

**一、一般情况：**用不同的方法加热狗肝。在6条狗身上进行了10次试验，共22个项目。有3次未测到肝温，故有效项目19项。将每次结果绘制成图（如图1、2）进行分析，主要数据见表1。

程序是将动物麻醉并插入热偶丝后待半小时至数小时，使动物体温稳定后开始加温。加温10分钟后停机测量各部位温度，历时约1分钟，然后继续加热。每加热10—20分钟测温一次，共加热20—90分钟。一般加热10分钟后皮下和肝温升高1—2 ℃，直肠温度升高很少。再加热10—20分钟以后，肝温上升显著缓慢，而直肠温度上升比较明显，但肝温总是高于直肠温度。关闭治疗机后肝温迅速下降，而直肠温度下降缓慢得多。

**二、肝温升高的程度：**由于加热的方法和时间等条件不同，肝脏加热的程度不一。17次加热活体的实验中，肝温上升3 ℃—



?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

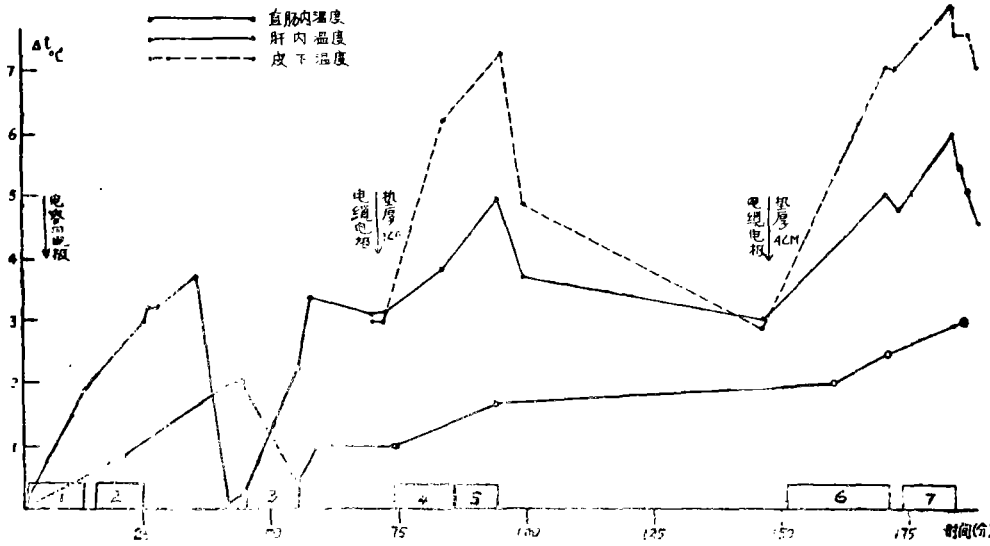



图1　实验36（二，三）超短波加热后狗的直肠温度、肝内温度和皮下温度的变化过程。

横轴代表实验开始后的时间（分）。横轴上的方块代表加热的次序和起止时间。第1—3次采用电容器电极法加热。每次加热10—12分钟。第4—5次采用电缆法加热布单垫厚1cm，各加热10及9分钟。第6—7次采用电缆法加热，布单垫厚4cm，分别加热20及10分钟。

纵轴代表与加热前比较的该部温度上升的程度（℃）。

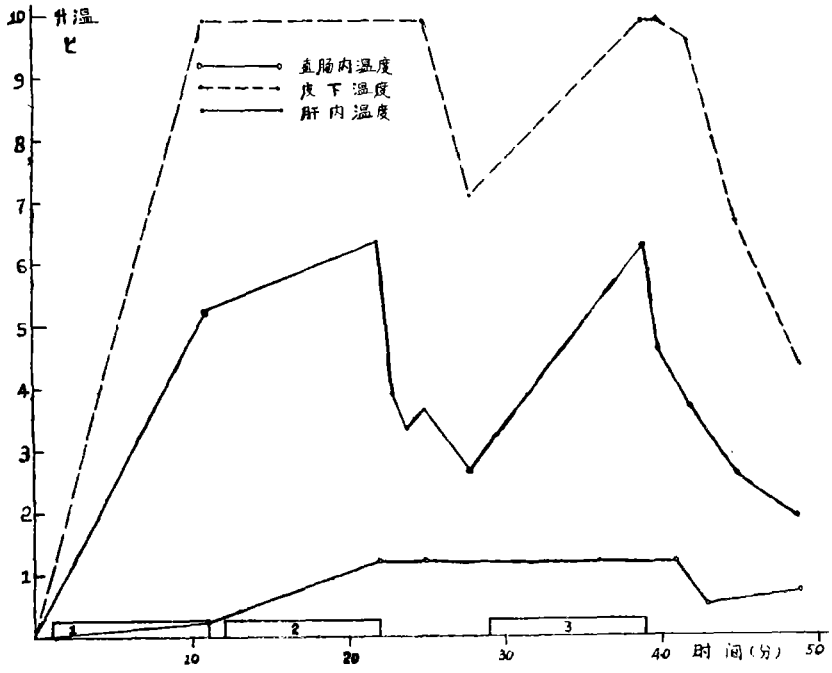



图2　实验40（一）超短波加热后狗的直肠内温度、肝内温度和皮下温度的变化过程

横轴代表实验开始后的时间（分）。横轴上的方块代表加热的次序和起止时间。均采用电缆法加热，布单垫厚1cm，每次加热10分钟。

纵轴代表与加热前比较的该部温度上升的程度（℃）。



?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表1 超短波加热狗肝的温度变化

| 加热方法 | 实验号 | 热偶丝 | | 升温℃/真实温度℃ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 直视插入 | 剖腹验证 | 肝 | 直肠 | 皮下 |
| 电缆电极 | 33（二） | + | -② | 1.5/43.5 | 1.5/40.5 | |
| | 34 | + | + | 1.8/43.5 | 1.0/42 | |
| | 35（一） | + | 未见③ | 3.2/43.5 | 2.0/40 | 7.1/46.5 |
| | 35（二） | + | 未见 | 1.9/42.7 | 1.5/41.5 | 3.8/44.5 |
| | 36（三） | + | + | 2.8/47 | 2.0/43 | 5.0/48 |
| | 37（一） | + | + | 4.8/44.2 | 4.9/43 | 4.8/44.3 |
| | （二） | + | + | 4.9/45 | 4.5/42.5 | 5.3/45.5 |
| | 38（一） | -① | - | 4.7/44.2 | 2.5/40.5 | 6.2/45.2 |
| | （二） | - | - | 5.5/45.6 | 2.5/40.5 | 6.2/46.5 |
| | 40（一） | - | + | 5.8/46 | 2.0/41 | >12.7/>52.7 |
| | 41（一） | + | + | 4.2/44.3 | 3.8/41.6 | 5.3/44.7 |
| | （二） | + | + | 3.8/44.7 | 3.5/41.8 | 5.4/45 |
| 电容器电极 | 36（二） | + | + | 3.7/44.7 | 2.0/42 | |
| | 38（三） | - | - | 2.9/44.2 | 0.5/39.5 | 7.4/49 |
| | 39（二） | - | - | 4.5/44.1 | 4.0/42.5 | 6.9/45.3 |
| | 40（二） | - | + | 5.3/44.7 | >1.7/>40.7 | >12.5/>53.2 |
| 盘状电极 | 39（一） | - | - | 2.7/42.2 | 2.0/40.5 | 5.5/45 |
| 死狗 | 40（三） | - | + | 23.5/63.5 | 0.2/36 | 16.5/55 |
| | 41（三） | + | + | 10.1/51.3 | 0.1/39.1 | 13.3/54.3 |

注：1．指未开腹而盲目插入热偶丝。 2．指实验后未剖腹检查热偶丝在肝内否。

3．指加热实验后剖腹检查时，热偶丝已不在肝内。

33、34……是实验狗号；（一）（二）（三）为实验次数。

3.9℃者3次，4℃—5.8℃者8次。真实肝温41.5℃以上者17次，其中43℃以上者15次，最高47℃。

**三、直肠的升温**：直肠温度代表体温。狗的基础直肠温度较高，多在38～40℃间，平均38.9℃。直肠升温4℃以上者3次，3℃以上者5次。真实直肠温度41℃以上者10次，42℃以上者6次，最高43℃（二次）。

直肠温度的升降都比较缓慢，它上升总比肝温上升少，还有两次肝温已升而直肠温尚未开始上升。有时肝温迅速下降而直肠温度仍略有上升。

**四、加热死狗的肝脏**：有两条狗在死后未放血的条件下加温19—15分钟，电流量190—230mA。结果是在这样短的时间内使肝温升高23.5—10.1℃，这是活体加热从未达到过的升温。直肠内升温甚微，仅±0.2℃，在酒精温度计的读数误差之内。

**五、皮肤温度和皮肤损伤**

皮下组织的升温一般比肝升温多些，剖腹验证的5次中，有4次 $\Delta t$ 肝/$\Delta t$ 皮下 = 1—0.7，一次为0.56。另有两次皮下温度>53.2℃，超过了测温系统的量程，故未测到确实温度。前文①已经报导，超短波加热肌层的升温半衰层大于7—8 cm。这里测量肝温深度未达到7—8 cm，肝温也未低到皮下温度的一半，和前文结果基本一致。



?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

但是所有6条狗的多次加热中，各狗均至少有一次皮下温度达到47℃，超过了正常组织能较长时间耐受的温度，因此有两条狗在治疗后一周出现皮肤坏死。另个4条狗观察期不超过一周就予活杀，未见到明显烫伤。

**六、肝功能的变化：**有5条狗在实验前后作了14次肝功能检查，结果见表2。

表2 加热狗肝后的肝功能和病理变化

| 实验动物 | GPT/肝温/GPT | | | | | | 病理解剖 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 第一天 | 第三天 | 第四天 | 第五天 | 第六天 | 第八天 | |
| 10号狗 | 正常/43.5 | 91/ | | 正常/ | | 117/45 | 热偶丝周围灶性及片块状坏死 |
| 11号狗 | /45.5 | | | | | | 右叶电极周围坏死区1.3×2.5cm。周围肝细胞空泡及坏死成嗜酸性小体。全肝有较轻类似病变 |
| 12号狗 | 46/43.5 | | 63/ | | 53/47 | | 楔形坏死，个别区域斑片状坏死 |
| 13号狗 | 正常/45.5 | 正常/ | | | 正常/ | 正常/ | |
| 14号狗 | 正常/44.1 | | | 正常/44.4/51 | | | 热偶丝周围片状坏死，外周无坏死 |
| 15号狗 | 44/46 | | | | | | 热偶丝处片块状坏死，远离处坏死稍轻 |

注：1、记录形式为　加热前GPT（单位）/加热达到的肝温（℃）/加热后GPT（单位）。

2、病理改变是指肝表面、汇管区、中央静脉周围充血和炎性细胞浸润这种普遍反应以外的病理改变。

肝功能检查项目包括TTT、TFT试验和GPT测定。前两项始终正常。GPT在13号狗始终正常。12号狗在实验前即高，故以后略高难以肯定是肝区加热所致。14号狗的情况很突出，该狗在20天前曾经肝区加热，未查肝功能，至第二、三次加热前肝功均正常，第三次加热后6小时采血检查，GPT即已升至51个单位，似乎说明加热引起的肝功变化迅速而短暂。

**七、病理改变：**有5条狗作了病理检查，普遍的改变是小叶中央静脉周围肝窦明显充血。肝脏表面和汇管区有大量中性粒细胞浸润，在插热偶丝的周围，一例肉眼见到约10mm直径的焦化；一例在切片上有0.5mm的楔形坏死，由表面向深部延伸贯穿全切片，长约10毫米以上。其它狗在插热偶丝周围有点状或片块状坏死，坏死区有大量淋巴球和中性粒细胞浸润。远离热偶丝的肝脏少见或偶见上述改变。

## 讨　论

**一、对于狗的肝脏的可能加热程度及其影响**

根据他人的研究[2]，杀灭恶性肿瘤细胞大致需43℃ 1小时左右，或42℃ 2小时左右。本组实验实际达到的狗肝脏温度17次中有15次超过43℃，加热时间有20—90分钟不等。

本组6条狗的实验也证明，加热到43℃以后对肝脏的功能和形态均不会有严重损害。虽肝功能有所改变，但最多GPT 119个单位，而且为时短暂，TTT和TFT则始终正常。病理的改变有两例显然是热偶丝引起。另外几个标本的点片状坏死十分散在，病灶不大，不算严重。



?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

本组实验见到的最严重损害在于皮肤烫伤，有两例见到明显的广泛的烫伤。其伤比微波治疗引起的浅，不及于肌层。但范围比微波引起的广，至少有20cm²以上。当然Le Veen③等人的临床验是很少引起烫伤。

## 二、防止皮肤烫伤的方法

任何方法加热，无论是传导辐射或透热，都是皮下脂肪层温度高于肌层，尤以脂肪层较厚时④、⑤。

Lehmann 在研究微波加热时为了解决皮下脂肪层温度过高曾采用了两种方法，一种是降低微波频率，一种是采用所谓接触辐射器⑫。Лиевсон⑥ 证明460MC的微波的穿透深度较2375MC的微波高一倍。Schwan④的理论分析和Lehmann⑦的实验也与此符合。但在超短波则不然，要使肌肉层加热与脂肪层加热的比值较为有利，使用3米波优于6米波，更优于22米波④⑬。至于所谓接触辐射器，其作用之一在于以循环的冷的电介质接触皮肤，起了降温作用。影响所及至少有2cm深，可以使皮肤层的温度下降10℃之多。这一原理在超短波治疗时可以借鉴，甚至可以考虑采取风冷的办法。

## 三、对于人的肝脏的可能的加热程度

本组实验加热狗肝17次中有15次肝温超过43℃，达到了治癌要求的温度，而对肝脏无明显损害。但是本组狗肝的基础温度是40.5℃，加热到43℃时，实际上17次中仅11次升温了3℃以上。

人体的肝温无数据。Birnie⑨测定大鼠肝温高于腹腔温度1℃。本组测得狗的治疗前肝温高于直肠温1.57±0.43℃。以人的基础直肠温度37.47℃⑩计，估计人的正常肝温约在39℃左右。以加热后升温3℃计仅达到42℃，为治癌温度的最低限度。

一般而言人肝的前后径约15cm⑪，我们测得本科15名男女工作人员肝区最大前后径平均15.8cm，在超短波加热肌肉的升温半衰层[illegible]以内。肝的电学特性与肌肉相似[illegible]，升温半衰层也应当近似。因此假如使肝中央以超短波加热到43℃，升温了4℃，则浅层肝组织可能升温到47℃（不会超过47℃），加温时间较久是难以耐受的。

## 四、治疗肝癌的必需温度

前面提到热杀癌细胞大致需要42℃2小时左右，那是指肿瘤本身的温度。由于包括肝癌在内的肿瘤都缺血②，因而高频电加热时难以被血流冷却降温。我们加热死狗时在19—15分钟内使肝温上升了23—10℃之多，就说明没有血流的组织被超短波加热时升温是何等剧烈。而血流的降温作用又何等重要。Le Veen③证明可以使缺血的肿瘤内温度高于邻近正常供血组织的温度达10℃之多。当然这种温差与肿瘤的大小有关，肿瘤愈大，供血愈差③⑧，这种温差就愈大。但是动物肿瘤一般不大于直径1cm，其瘤内外温差也可以达7—9℃⑤。而直径1cm的肝癌算是较早期的了。因此可以设想超短波加热治癌时，不必全肝达到43℃，比如说41.5℃左右即可。Le Veen③的经验甚至有瘤内50℃，而瘤外39.3℃的例证。这样一来，对于高频电加热治癌时浅层肝脏或皮肤过热损伤的可能性就很少了。

## 五、可能遇到的困难

虽然以上分析证明，用超短波加热可能治疗肝癌，但遇到的主要困难可能是治疗机的输出功率不足。治疗机的功率不足时散热速度很易与产热速度取得平衡。我们这次实验也发现开始肝温上升较快，以后上升速度逐渐减为很慢，甚至略有下降，就是这种血流散热作用的表现。shingleton⑫用超短波治癌的升温速度是0.3—0.5℃/分钟，我们实验的升温速度多为0.1℃/分钟，少有0.5℃/分。Le Veen在人身上使用1kw的超短波尚不足以加热腹腔深部的癌肿。我们临床使用的同类机器一般仅200—400w，这是应当考虑到的。



?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

## 小　结

1．本文6条狗的19次肝区加热的实验证明，采用超短波加热的方法可以使狗肝达到43℃，而不会严重损害肝脏。

2．讨论了超短波加热治疗肝癌的必要条件和治疗人的肝癌的可能性。根据我们和他人的实验结果推测认为，只要机器输出功率足够，有可能利用超短波加热法治疗人的肝癌。

### 参考文献


1．吴宗耀　魏庆书　高永成：超短波与微波加热深度的比较。　待发表资料。

2．吴宗耀　袁玫：高温治癌（文献综述）待发表资料。

3．LeVeen HH,et al：JAMA 235:2198—2200，1976。

4．Licht S：Therapeutic Heat PP．55—115，Elizabeth Licht Publisher，New Haven，1958。

5．Lehmann JF，et al.：Arch. Phys. Med. 51:143—146，1970。

6．Пиперсон АГ：Вопр. Курорт. "5"：434—441，1965。

7．Lehmann JF，et al.：Arch. Phys. Med. 43:69—76，1962。

8．Gullino PM，et al.：J. Nat. Cancer Inst 27:1465—1484，1961。

9．Birnie JH，et al.：J. Physiol. 116:189—201，1952。

10．北京朝阳医院内科：中华医学杂志，54:700—704，1974。

11．第七军医大学第一附属医院：胆道外科P.1 人民卫生出版社，北京1976。

12．Shingleton WW：Ann. Surg. 156:408—416，1962。

13．Карандиов С：Електромедицински Апарати Стр. 69，Техника. София，1960。

14．Guy AW，Lehmann JF：IEEE Trans on Biomed Engineering 13:76—87，1966。


# 中医药与针刺麻醉

## 针刺调整作用的观察及其指脉图客观指标探讨


第一附属医院新医理疗科　赵　谦　文静英


针刺临床治疗中，能有形象客观的指标，用以观察针调作用，为提高与判断疗效提供依据，以及积累资料，加快中西医结合探索经络原理，从临床研究上是十分必要的。

在以针刺有"通其经脉"，"调其血气"①作用的中医理论基础指导下，选用方法简单、无伤的指脉波图象观察，结果如下：

### 资料与方法

1．观察对象为住院确诊的病人，其中颈胸部甲状腺瘤或机能亢进和乳腺癌者16例，腹部溃疡病、胆石症和斜疝等19例，颅内垂体瘤3例，上肢骨伤病者4例，合计42例。




?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net