

· 并发症与危重烧伤救治 ·

统一创面手术方案对大面积深度烧伤患者治疗结果的影响



汤文彬 李孝建 邓忠远 张志 张旭辉 张涛 钟晓旻 陈宾 刘昌玲

【摘要】 目的 探讨统一创面手术方案对大面积深Ⅱ~Ⅲ度(以下简称深度)烧伤患者治疗结果的影响。**方法** 2007年7月—2012年11月,笔者单位收治137例大面积深度烧伤患者,按深度创面面积分类统一手术(统一方案组),其中小于51%TBSA者57例,分期行切削痂+自体网状皮移植;51%~80%TBSA者52例,分期行切削痂+自体网状皮和/或小皮片移植、切削痂+大张异体皮覆盖+去除异体皮后自体网状皮和/或小皮片移植;大于80%TBSA者28例,分期行切削痂+自体微粒皮移植+大张异体皮覆盖、切削痂+自体小皮片移植和/或自体小皮片混合移植。将笔者单位2002年1月—2007年6月收治的120例未按统一手术方案治疗的大面积深度烧伤患者设为对照组,除统一方案组的手术方法外,本组深度创面面积小于51%TBSA者(53例)主要行切削痂+自体小皮片移植,51%~80%TBSA者(40例)另行切削痂+自体微粒皮移植+大张异体皮覆盖、切削痂+大张异体皮嵌植自体邮票皮覆盖,大于80%TBSA者(27例)另行切削痂+大张异体皮嵌植自体邮票皮覆盖且未行统一方案组的自体小皮片混合移植。仅统一方案组患者四肢Ⅲ度创面切痂均在止血带下进行,躯干创面切削痂及取皮时均皮下注射含肾上腺素生理盐水,正常皮肤与愈合后的浅度创面作为供皮区多次取皮。2组患者基础情况相似,在液体复苏、营养支持、抗感染及器官功能支持治疗方面相似。对比2组患者病死率与并发症发生率及痊愈患者的创面愈合时间与手术次数。对数据行独立样本 t 检验、Mann-Whitney U 检验、Fisher确切概率法检验。**结果** (1)统一方案组深度创面面积小于51%TBSA患者病死率与并发症发生率均为0,与对照组相近(P 值均大于0.05)。统一方案组深度创面面积小于51%TBSA痊愈患者手术次数为 (2.4 ± 0.9) 次,明显少于对照组的 (3.5 ± 1.8) 次($U = -5.085, P < 0.001$);创面愈合时间与对照组相近($U = -1.480, P > 0.05$)。(2)统一方案组深度创面面积51%~80%TBSA患者病死率与并发症发生率均为0,对照组则均为20.0%(8/40),2组间比较差异有统计学意义(P 值均小于0.01)。统一方案组深度创面面积51%~80%TBSA痊愈患者手术次数、创面愈合时间分别为 (3.0 ± 1.0) 次、 (43 ± 13) d,均明显少于对照组的 (4.2 ± 2.3) 次、 (61 ± 34) d(U 值分别为 -2.491 、 $-2.186, P$ 值均小于0.05)。(3)统一方案组深度创面面积大于80%TBSA患者病死率与并发症发生率均为25.0%(7/28),与对照组相近[均为25.9%(7/27), P 值均大于0.05]。统一方案组深度创面面积大于80%TBSA痊愈患者手术次数、创面愈合时间均与对照组相近(U 值分别为 -0.276 、 $-0.369, P$ 值均大于0.05)。**结论** 采用统一创面手术方案,可以间接降低深度创面面积51%~80%TBSA烧伤患者病死率与并发症发生率,就此类痊愈患者而言,还可减少手术次数并缩短创面愈合时间。

【关键词】 烧伤; 临床方案; 外科手术; 皮肤移植; 伤口愈合

Effects of unified surgical scheme for wounds on the treatment outcome of patients with extensive deep burn

Tang Wenbin, Li Xiaojian, Deng Zhongyuan, Zhang Zhi, Zhang Xuhui, Zhang Tao, Zhong Xiaomin, Chen Bin, Liu Changling. Department of Burns and Plastic Surgery, Guangzhou Red Cross Hospital, Ji'nan University, Guangzhou 510220, China

Corresponding author: Li Xiaojian, Email: lixj64@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the effects of unified surgical scheme for wounds on the outcome of patients with extensive deep partial-thickness to full-thickness (briefly referred to as deep) burn.

DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.04.004

基金项目:广东省自然科学基金面上项目(S2012020010890,S2013010011729);广州市科技和信息化局科技惠民专项(2014Y2-00091);广州市医药卫生科技项目(20131A011046)

作者单位:510220 暨南大学附属广州市红十字会医院烧伤整形科

通信作者:李孝建,Email:lixj64@163.com

Methods One hundred and thirty-seven patients with extensive deep burn hospitalized from July 2007 to November 2012 underwent unified surgery according to area of deep wound (unified scheme group, US). Among them, 57 patients with deep wound area less than 51% TBSA received escharectomy or tangential excision by stages followed by autologous mesh skin grafting; 52 patients with deep wound area from 51% to 80% TBSA underwent escharectomy or tangential excision by stages followed by autologous mesh skin grafting and/or small skin grafting, or escharectomy or tangential excision followed by large sheet of allogeneic skin covering plus autologous mesh skin grafting and/or small skin grafting after the removal of allogeneic skin; 28 patients with deep wound area larger than 80% TBSA received escharectomy or tangential excision by stages followed by autologous microskin grafting plus coverage of large sheet of allogeneic skin, or escharectomy or tangential excision followed by small autologous skin grafting and/or intermingled grafting with small autologous and/or allogeneic skin. Another 120 patients with extensive deep burn hospitalized from January 2002 to June 2007 who did not receive unified surgical scheme were included as control group (C). Except for the surgical methods in group US, in 53 patients with deep wound area less than 51% TBSA in group C escharectomy or tangential excision was performed followed by autologous small skin grafting; in 40 patients with deep wound area from 51% to 80% TBSA in group C escharectomy or tangential excision was performed followed by autologous microskin grafting plus large sheet of allogeneic skin covering, or escharectomy or tangential excision followed by large sheet of allogeneic skin embedded with stamp-like autologous skin; in 27 patients with deep wound area larger than 80% TBSA in group C escharectomy or tangential excision was performed followed by covering with large sheet of allogeneic skin embedded with stamp-like autologous skin without intermingled grafting with small autologous and allogeneic skin in group US. In group US, escharectomy of full-thickness wound in extremities was performed with the use of tourniquet in every patient; saline containing adrenaline was subcutaneously injected when performing escharectomy or tangential excision over the trunk and skin excision; normal skin and healed superficial-thickness wound were used as donor sites for several times of skin excision. The baseline condition of patients and their treatment in the aspects of fluid resuscitation, nutrition support, anti-inflammation, and organ function support were similar between the two groups. The mortality and incidence of complications of all patients and wound healing time and times of surgery of healed patients were compared between the two groups. Data were processed with independent sample *t* test, Mann-Whitney *U* test, and Fisher's exact test. **Results** (1) Both the mortality and the incidence of complications of patients with deep wound area less than 51% TBSA in group US were 0, which were close to those of group C (with *P* values above 0.05). The number of times of surgery of healed patients with deep wound area less than 51% TBSA in group US was 2.4 ± 0.9 , which was obviously fewer than that of group C (3.5 ± 1.8 , $U = -5.085$, $P < 0.001$), but with wound healing time close to that of group C ($U = -1.480$, $P > 0.05$). (2) Both the mortality and the incidence of complications of patients with deep wound area from 51% to 80% TBSA in group US were 0, which were significantly lower than those of group C [both as 20.0% (8/40), with *P* values below 0.01]. The number of times of surgery and wound healing time of healed patients with deep wound area from 51% to 80% TBSA in group US were respectively 3.0 ± 1.0 and (43 ± 13) d, which were obviously fewer or shorter than those in group C [4.2 ± 2.3 and (61 ± 34) d, with *U* values respectively -2.491 and -2.186 , *P* values below 0.05]. (3) Both the mortality and the incidence of complications of patients with deep wound area larger than 80% TBSA in group US were 25.0% (7/28), which were close to those of group C [both as 25.9% (7/27), with *P* values above 0.05]. The number of times of surgery and wound healing time of healed patients with deep wound area larger than 80% TBSA in group US were close to those of group C (with *U* values respectively -0.276 and -0.369 , *P* values above 0.05). **Conclusions** Unified surgical scheme can indirectly decrease the mortality and the incidence of complications of burn patients with deep wound area from 51% to 80% TBSA; it can reduce times of surgery of healed patients of this type and shorten their wound healing time.

【Key words】 Burns; Clinical protocols; Surgical procedures, operative; Skin transplantation; Wound healing

创面处理贯穿烧伤治疗始终,与创面相关的感染及由此引发的 MODS 等仍是危重烧伤患者的主要死亡原因之一^[1]。因此,充分认识深 II ~ III 度(以下简称深度)烧伤创面的危害性并及时有效地处理,是防治感染、减少并发症的关键。目前国内关于大面积深度烧伤创面的处理方法很多,时机选择上也各有不同^[2],治疗效果差异甚大^[3-7]。笔者单位烧伤

ICU 2007 年 7 月以前分多组管理,各组自行制订手术方案,方法不一;2007 年 7 月开始,实行专人统一管理,全科医师术前集体查房、讨论,针对各类深度创面面积制订统一手术方案。本研究对笔者单位 10 年间收治的、采用与未采用统一创面手术方案治疗的 257 例大面积深度烧伤患者进行回顾性分析,以了解采用统一手术方案对患者治疗结果的影响。

1 对象与方法

1.1 入选标准

纳入标准:年龄 18 ~ 65 岁,因热液或火焰致严重烧伤,深度创面面积大于 30% TBSA,伤后 48 h 内入院。排除标准:合并严重心、肝、肾、造血系统疾病及感染性疾病等导致创面愈合困难疾病者,因各种原因致治疗中断者,入院后未行手术治疗即死亡者。

1.2 临床资料

将笔者单位 2007 年 7 月—2012 年 11 月收治的 137 例按深度创面面积分类统一手术的严重烧伤患者设为统一方案组,其中男 126 例、女 11 例,年龄(35 ± 10)岁,烧伤总面积为(61 ± 19)% TBSA,深度创面面积为(53 ± 17)% TBSA。将笔者单位 2002 年 1 月—2007 年 6 月收治的 120 例未按照统一手术方案治疗的严重烧伤患者设为对照组,其中男 104 例、女 16 例,年龄为(33 ± 10)岁,烧伤总面积为(62 ± 20)% TBSA,深度创面面积为(54 ± 20)% TBSA。2 组患者中大部分合并吸入性损伤、低血容量性休克,少部分合并爆震伤。2 组患者营养情况相似、均无特殊感染。2 组患者年龄、烧伤总面积、深度创面面积比较,差异均无统计学意义(t 值分别为 1.270、0.772、-1.596, P 值均大于 0.05)。

将 2 组患者均按深度创面面积小于 51% TBSA、51% ~ 80% TBSA、大于 80% TBSA 分为 3 类,组间各类深度创面面积患者年龄、烧伤总面积、深度创面面积比较,差异均无统计学意义(P 值均大于 0.05)。见表 1。

表 1 2 组各类深度创面面积患者一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别与深度创面面积	例数	年龄(岁)	烧伤总面积(% TBSA)	深度创面面积(% TBSA)
统一方案组	137			
<51% TBSA	57	33 ± 12	45 ± 12	37 ± 5
51% ~ 80% TBSA	52	35 ± 11	66 ± 12	60 ± 8
>80% TBSA	28	32 ± 7	88 ± 5	86 ± 5
对照组	120			
<51% TBSA	53	34 ± 10	44 ± 12	38 ± 6
51% ~ 80% TBSA	40	36 ± 10	64 ± 8	60 ± 7
>80% TBSA	27	37 ± 12	88 ± 6	86 ± 6
t_1 值		-0.430	0.009	-1.564
P_1 值		0.668	0.993	0.121
t_2 值		-0.318	0.790	0.096
P_2 值		0.754	0.432	0.924
t_3 值		-1.834	0.225	-0.300
P_3 值		0.072	0.824	0.976

注:深度指深 II ~ III 度; t_1 值、 P_1 值, t_2 值、 P_2 值, t_3 值、 P_3 值分别为组间深度创面面积小于 51% TBSA、51% ~ 80% TBSA、大于 80% TBSA 患者各项指标比较所得

1.3 深度创面手术方案

统一方案组:深度创面面积小于 51% TBSA 者,分期行切削痂 + 自体网状皮移植;深度创面面积为 51% ~ 80% TBSA 者,分期行切削痂 + 自体网状皮和/或小皮片移植、切削痂 + 大张异体皮覆盖 + 去除异体皮后自体网状皮和/或小皮片移植;深度创面面积大于 80% TBSA 者,分期行切削痂 + 自体微粒皮移植 + 大张异体皮覆盖、切削痂 + 自体小皮片移植和/或自异体小皮片混合移植。对照组:各治疗小组自行选择手术方法,除统一方案组的手术方法外,深度创面面积小于 51% TBSA 者,另行切削痂 + 自体小皮片移植并以此为主;深度创面面积为 51% ~ 80% TBSA 者,另行切削痂 + 自体微粒皮移植 + 大张异体皮覆盖、切削痂 + 大张异体皮嵌植自体邮票皮覆盖;深度创面面积大于 80% TBSA 者,另行切削痂 + 大张异体皮嵌植自体邮票皮覆盖且未行统一方案组的自异体小皮片混合移植。

统一方案组患者四肢 III 度创面切痂均在止血带下进行,切痂、止血后松止血带,再次充分止血后植皮;躯干创面切痂及取皮时均常规皮下注射含肾上腺素生理盐水;正常皮肤与愈合后的浅度创面作为供皮区多次取皮。对照组未行统一方案组前述统一处理且仅头部反复取皮。2 组患者在其他治疗措施包括液体复苏、营养支持、抗感染及器官功能支持手段等方面基本相似。

1.4 评价指标

统计 2 组患者病死率、并发症发生率及痊愈患者的手术次数与创面愈合时间(残余深度创面面积小于 1% TBSA 时)。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 14.0 统计软件对数据进行分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行独立样本 t 检验、Mann-Whitney U 检验;率的比较行 Fisher 确切概率法检验(软件自动略去该统计量值)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病死率与并发症发生率

统一方案组深度创面面积小于 51% TBSA、大于 80% TBSA 患者病死率及并发症发生率均与对照组相近(P 值均大于 0.05),而深度创面面积 51% ~ 80% TBSA 患者病死率与并发症发生率均显著低于对照组(P 值均小于 0.01)。见表 2。统一方案组患者共发生并发症 10 次,其中 MODS 5 次、创面脓毒

症 4 次、ARDS 1 次;对照组患者发生并发症 24 次,其中 MODS 5 次,导管相关性感染 4 次,创面脓毒症 4 次,肺部感染 3 次,ARDS 2 次,消化性溃疡、肺水肿、颅内感染、急性肾衰、心衰、脑水肿各 1 次。

表 2 2 组各类深度创面面积患者死亡情况、并发症情况比较[例(比,%)]

组别与深度创面面积	例数	死亡情况	并发症情况
统一方案组	137		
< 51% TBSA	57	0(0)	0(0)
51% ~ 80% TBSA	52	0(0)	0(0)
> 80% TBSA	28	7(25.0)	7(25.0)
对照组	120		
< 51% TBSA	53	2(3.8)	1(1.9)
51% ~ 80% TBSA	40	8(20.0)	8(20.0)
> 80% TBSA	27	7(25.9)	7(25.9)
P_1 值		>0.05	>0.05
P_2 值		<0.01	<0.01
P_3 值		>0.05	>0.05

注:深度指深 II ~ III 度; P_1 值、 P_2 值、 P_3 值分别为组间深度创面面积小于 51% TBSA、51% ~ 80% TBSA、大于 80% TBSA 患者 2 项指标比较所得

2.2 手术次数与创面愈合时间

统一方案组深度创面面积小于 51% TBSA 痊愈患者手术次数明显少于对照组 ($P < 0.001$),创面愈合时间与对照组相近 ($P > 0.05$);深度创面面积 51% ~ 80% TBSA 痊愈患者手术次数、创面愈合时间均明显少于对照组 (P 值均小于 0.05);深度创面面积大于 80% TBSA 痊愈患者手术次数、创面愈合时间均与对照组相近 (P 值均大于 0.05)。见表 3。

表 3 2 组各类深度创面面积痊愈患者手术次数、创面愈合时间比较($\bar{x} \pm s$)

组别与深度创面面积	例数	手术次数(次)	创面愈合时间(d)
统一方案组	130		
< 51% TBSA	57	2.4 ± 0.9	36 ± 17
51% ~ 80% TBSA	52	3.0 ± 1.0	43 ± 13
> 80% TBSA	21	6.5 ± 2.6	73 ± 31
对照组	103		
< 51% TBSA	51	3.5 ± 1.8	46 ± 31
51% ~ 80% TBSA	32	4.2 ± 2.3	61 ± 34
> 80% TBSA	20	6.1 ± 2.0	79 ± 37
U_1 值		-5.085	-1.480
P_1 值		<0.001	>0.05
U_2 值		-2.491	-2.186
P_2 值		0.013	0.029
U_3 值		-0.276	-0.369
P_3 值		>0.05	>0.05

注:深度指深 II ~ III 度; U_1 值、 P_1 值、 U_2 值、 P_2 值、 U_3 值、 P_3 值分别为组间深度创面面积小于 51% TBSA、51% ~ 80% TBSA、大于 80% TBSA 痊愈患者 2 项指标比较所得

3 讨论

烧伤死亡患者中 50% ~ 70% 死于感染,烧伤感染的主要途径是创面,尤其是深度烧伤创面^[1]。我国大面积深度烧伤创面处理经历了由保守到积极、从单一到多样化的发展历程。大面积深度创面处理始终围绕坏死组织去除与创面覆盖 2 个方面展开,目的是减少创面暴露从而减少相关并发症。

本组患者中深度创面面积小于 51% TBSA 者,相对于其他 2 类深度创面面积患者而言面积较小,病情较易控制,2 组患者的病死率与并发症发生率均较低,2 组痊愈患者创面愈合时间相近,但手术次数有明显差异。统一方案组深度创面面积小于 51% TBSA 者主要采用网状皮移植,对照组主要采用小皮片移植,而网状皮较小皮片的优势在于引流通畅、固定良好、成活率高,这可能是造成 2 组该类深度创面面积痊愈患者手术次数差异明显的原因。

本组患者中深度创面面积 51% ~ 80% TBSA 者,至少有 20% TBSA 的取皮区可供反复取皮,自体皮源相对深度创面面积大于 80% TBSA 者充足,可供选择的创面处理方法较多,而不同创面处理方法的治疗结果各异。统一方案组患者病死率与并发症发生率以及痊愈患者手术次数、创面愈合时间均优于对照组。分析原因,可能与 2 组患者手术方法不同有关。与统一方案组手术方法比较,对照组该类深度创面面积患者部分另行切削痂 + 自体微粒皮移植 + 大张异体皮覆盖、切削痂 + 大张异体皮嵌植自体邮票皮覆盖。自体微粒皮移植 + 大张异体皮覆盖对创面基底要求较高,创面愈合时间较长,因而住院时间难以控制;而大张异体皮嵌植自体邮票皮覆盖存在治疗周期较长的不足。有鉴于此,笔者单位自 2007 年 7 月统一管理后,针对深度创面面积 51% ~ 80% TBSA 的烧伤患者未再选用这 2 种移植技术。

本研究结果显示,统一方案组深度创面面积大于 80% TBSA 者病死率及并发症发生率均与对照组相近。笔者分析是由于在总体死亡的 14 例患者中,11 例合并有重度吸入性损伤,3 例合并严重爆震伤,因此虽然 2 组患者采用了不同的手术方案,但没有对其预后产生太大影响。此外,深度创面面积大于 80% TBSA 患者住院时间较长,后期瘢痕增生以致创面封闭与整形手术同时进行,可能是导致 2 组该深度创面面积愈合患者手术次数以及创面愈合时间无明显差异的原因。

统一方案组对四肢 III 度创面切痂在止血带下进行,躯干创面切痂及取皮时均采用皮下注射液胀

技术,这些措施可以减少手术出血,缩短手术时间。2007 年 7 月前未推行取皮区皮下注液肿胀技术,取皮区特别是躯干不平整,影响了取皮质量,且除头皮外较少行反复取皮,可能也是影响 2 组患者出现愈合时间以及手术次数差异的原因之一。

大面积深度烧伤除了造成皮肤创面外,还累及心、肺、肾等多个器官导致功能障碍,需要全面系统的监护与治疗。建立统一管理的烧伤 ICU,制订成熟稳定、统一的深度创面处理方案对于更好地救治重症烧伤患者、提高其存活率尤为重要^[8]。笔者单位所运用的统一手术方案,可以在一定范围(深度创面面积 51% ~ 80% TBSA)内间接降低严重烧伤患者病死率及并发症发生率,减少痊愈患者手术次数并缩短创面愈合时间,是一种可行的治疗策略。

参考文献

[1] 郭振荣. 我国大面积深度烧伤创面处理的进展[J]. 中华烧伤

杂志,2000,16(1): 11-13.

[2] 宗光全,张茂红,杜庆安,等. 大面积烧伤病人首次削切痂术时机选择的探讨[J]. 江苏医药,2004,30(2):86-87.

[3] 韩春茂,王新刚. 组织工程皮肤与创面再生性修复[J]. 中华烧伤杂志,2013,29(2):122-125.

[4] 黄静,陈晓武,牛占国,等. 自体焦痂与同种异体皮作覆盖物的微粒皮移植效果的比较[J/CD]. 中华损伤与修复杂志:电子版,2013,8(4):400-402.

[5] 李武全,邱啸臣,刘军,等. 大面积烧伤微粒皮移植应用脱细胞猪皮与异体皮作为覆盖物的对比研究[J]. 第二军医大学学报,2012,33(11):1207-1211.

[6] Auxenfans C, Menet V, Catherine Z, et al. Cultured autologous keratinocytes in the treatment of large and deep burns: a retrospective study over 15 years[J]. Burns,2015,41(1):71-79.

[7] Hayashi M, Muramatsu H, Nakano M, et al. Experience of using cultured epithelial autografts for the extensive burn wounds in eight patients[J]. Ann Plast Surg,2014,73(1):25-29.

[8] 朱峰,郭光华. 烧伤重症监护室的建设和管理[J]. 中华烧伤杂志,2013,29(3):289-293.

(收稿日期:2015-03-26)

(本文编辑:谢秋红)

《中华烧伤杂志》第四届编辑委员会编辑委员名单

终身顾问	盛志勇	程天民	王正国	樊代明	付小兵				
顾问	廖镇江	李国辉	王玉莲						
名誉总编辑	汪仕良								
总编辑	黄跃生								
以下按姓氏拼音排序									
副总编辑	柴家科	韩春茂	胡大海	邰京宁	黄晓元	吴军	夏照帆	谢卫国	
	张国安								
常务编辑委员	岑瑛	陈华德	郭光华	贾赤宇	李宗瑜	刘毅	陆树良	吕国忠	
	牛希华	彭毅志	谭谦	王一兵	徐庆连	姚咏明			
编辑委员	白云	岑瑛	柴家科	陈炯	陈欣	陈华德	陈向军	陈昭宏	
	程大胜	崔晓林	崔正军	董茂龙	方勇	付晋凤	郭力	郭光华	
	韩春茂	韩军涛	何凤田	贺光照	贺立新	胡大海	邰京宁	黄晓元	
	黄跃生	霍然	贾赤宇	雷晋	李迟	李毅	李小兵	李孝建	
	李学拥	李叶扬	李宗瑜	刘群	刘毅	刘达恩	刘凤彬	刘小龙	
	刘晓虹	刘旭盛	陆树良	吕国忠	罗高兴	罗奇志	罗向东	牛希华	
	潘云川	彭曦	彭代智	彭毅志	齐鸿燕	荣新洲	申传安	沈余明	
	谭谦	唐洪泰	王达利	王凤君	王广庆	王甲汉	王凌峰	王一兵	
	吴军	吴银生	夏成德	夏照帆	肖岚	谢尔凡	谢卫国	熊建琼	
	徐庆连	颜洪	杨红明	姚咏明	易东	于家傲	袁志强	曾元临	
	詹剑华	张勤	张国安	张家平	张丕红	张庆富	章雄	赵耀华	
	郑庆亦	周军利	周业平	朱敬民	朱世辉	朱雄翔			

以下按英文首字母排序

Basil A. Pruitt(美国) David N. Herndon(美国) Ronald G. Tompkins(美国)
Steven E. Wolf(美国) Yong-Ming Yu(尤永明,美国)