doi:10.11659/jjssx.10E016017

·综述·

数字化测量烧伤面积的研究与应用

谭 艳[1],高志刚[2] (1.天津医科大学基础医学院临床五年制2013级,天津 300070;2.天津医科大学基础医学院外科手术学教研室,天津 300070)

Research and application of digital measurement for burn area

TAN Yan[1],GAO Zhi-gang[2] (1. Grade 2013 of Clinical College,Tianjin Medical University, Tianjin 300070,China;2. Surgical Operative Surgery Teaching and Research Section,Tianjin Medical University, Tianjin 300070,China)

[摘 要] 随着烧伤医学的迅速发展,出现了许多估算烧伤面积的方法,如九分法、手掌法等,在烧伤诊断和治疗中占据重要地位,也发挥了良好的作用。这类方法简单易行,但其精确性和准确性不足,经常依赖于医生的主观经验,使其在应用上存在一定局限性。随着计算机技术和影像技术的不断进步,国内外相继开发出许多用电子计算机测量、估算烧伤面积的方法,如SAGE、WoundFlow、3DBurnVision和Burncase3D等应用程序,使用和效果各有千秋,但也存在不足。进一步开发更为简便、精确的数字化烧伤面积测量计算方法是烧伤临床需要解决的重要课题之一。

[关键词] 烧伤面积;数字化;计算机;测量;二维;三维

[中图分类号] R644 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-10-15

烧伤面积的估算是烧伤诊断的重要内容,直接影响烧伤患者的治疗方式和预后。进入20世纪,临床上普遍采用九分法结合手掌法来进行烧伤面积的估计,然而这些估计方法受主观和经验的影响,有时候会产生很大的误差。随着数字化技术领域及其相关领域的技术不断发展,使人体结构的数字化与功能的数字化成为了可能,为医学研究与进一步应用提供了全新的技术手段[1]。近年来计算机辅助烧伤面积计算的研究越来越多,随着计算机技术和影像技术的不断进步,未来采用数字化方法测量出的烧伤面积,其精确程度和准确程度与现用临床方法相比将有明显提高。

1 烧伤面积估计方法在临床的应用

在烧伤的诊断及治疗中,烧伤伤情的判断是最基本的,也是最重要的步骤之一,其中烧伤面积的测量和烧伤深度的估计是最基本的诊断,除此之外还应对吸入性损伤、烧伤休克、中毒和复合伤等作出诊断。一般来说,烧伤面积越大、深度越深,体液渗出越多、越快,烧伤休克发生就越早、越严重,烧伤感染概率也越高、越严重,烧伤患者的病死率和致残率也就越高。

烧伤后的液体疗法是防治烧伤休克的主要措施,液体疗法的输液量决定了休克复苏的成败。液体量不足达不到抗休克的目的,甚至会发生急性肾功能衰竭等严重危及生命的并发症。液体量过多则加重组织肿胀,增加机体负担,增加感染机会,甚至造成肺水肿、脑水肿而危及生命。休克复苏的液体量主要取决于患者的体液渗出量,而体液渗出又和烧伤面积呈正相关,因此烧伤面积的准确估算是烧伤诊断和治疗中非常重要的步骤。

病史、体格检查、实验室检查构成了烧伤诊断的基础。烧伤面积的估计是体格检查的重要组成部分,并与创面深度估计一起形成烧伤的专科诊断,是判断烧伤严重程度的基础。迄今为止,临床应用的烧伤面积表现形式均为烧伤创面所占体表面积的百分比。有许多非数字化的工具和方法可以用来估计烧伤面积。1924年,Berkow根据身体各个部分的比例,建立了一套可以用来估计烧伤面积的图表[2]。从20世纪40年代中期开始,Lund-Browder图表法已经成为估计烧伤面积最主要的方法之一[3]。1947年Puulaski和Tennison发展了另一种估计烧伤面积的图表法——九分法[4]。

在20世纪60年代以前,临床实践过程中对于烧伤面积的估计,我国均采用国外的上述方法,但是发现估计结果与国人实际体表面积不完全匹配。为了找到更符合我国人体实际情况的简便估计方法,在20世纪60年代初,国内有不少的单位进行了实际测量,常用的测量方法如纸铸法,即将人体表面全部用纸裱糊,待纸干后,按体表界线剪下,用测量工具进行纸的实际面积测量[4];三角测量法,即将身体表面的纸铸揭下后,再剪成小三角形,计算每个小三角形实际面积,加总得总面积。通过对大量样本的测量结果进行统计学处理,并简化总结为计算公式,从而建立了中国九分法和十分法两种估算方法。

[基金项目] 天津医科大学大学生学术研究资助计划(TMUUROP2016-05)

[通信作者] 高志刚,E-mail:2534132493@qq.com

1961 年第三军医大学通过对 450 名男、女青年的实测数值进行简化后得出结果,经全国烧伤会议专家讨论后采用,将其定名为“中国九分法”。中国九分法的具体内容为成人的体表面积如下:头颈为 9%(1 个 9%),双上肢为 18%(2 个 9%),躯干(含会阴 1%)为 27%(3 个 9%),双下肢(含臀部)为 46%(5 个 9% + 1%),共为 11 个 9% +1%,即 100%[4]。不过此九分法并不完全适用于小儿。虽然小儿的躯干和双侧上肢的表面积所占全身表面积的百分比与成人所占全身表面积的百分比相似,但头部相对来说较大,下肢相对来说短小,并且随着年龄的增长,不同年龄小儿其比例也不同,因此小儿九分法与成人有一些差异。十分法是根据中国人民解放军 159 医院在湖北和河南实测 100 名男、女青年得出数据后进行分析的结果。人体表面积:头颈部 10%,上肢各为 10%,躯干(含会阴及臀部)为 30%,下肢各为 20%。此法的优点是简单方便易记,不足之处是准确性欠缺。手掌法可以用于小面积烧伤面积的估计或者辅助九分法进行估算。其具体内容为:若患者五指并拢,患者一只手掌的面积约等于自己全身体表面积的 1%。如医务人员的手与患者的手大小比较接近时,就可用医务人员的一只手掌为测量仪器来估计患者的烧伤面积[4]。

烧伤面积估计的精确性和准确性,直接影响烧伤休克复苏公式的使用和治疗策略,因此会显著影响患者的预后[3]。实际上,临床确定患者的烧伤面积只是基于手绘出的示意图,根据专业经验的粗略计算过程。对于有经验的烧伤科医生和护士,这些方法也许是可靠的[5]。然而,对于缺少烧伤科专业经验的医生,测量方法的标准化程度就至为关键了,依赖经验的测量方法往往会产生很大的误差。目前的临床实践中,经常通过直接观察或者凭借记忆把烧伤面积示意图画在纸上,通过 Lund-Browder 图表法计算出烧伤面积。如果技术能够达到,可以通过电脑程序来计算呈现在计算机中的烧伤面积[6]。

2 计算机技术测定烧伤面积的研究与应用

体表面积图形估算师(surface area graphic evaluator,SAGE)是一个建立在二维计算机图形基础上计算体表面积的电脑程序[6]。该程序在俄勒冈州烧伤中心资助下由 PhilipParshley 研发,其计算方法的应用依赖于被测者的身高、体质量和性别。医生需要在该系统的网上界面输入患者的上述信息,系统会根据这些信息建立人体正反两面的模型。SAGE 的特点包括:可以计算烧伤 20% 体表面积后应用 Parkland 公式的液体需要量,拥有可以用来覆盖需要计算的部位的调色板,还具有切割图形的功能,患者的数据通过电脑进行处理。2013 年,JamesF. Williams 和他的团队开发了一套软件程序——创面流(Wound Flow,WF),能更精确地画出烧伤区域的图形,并且即刻自动计算出患者的烧伤面积。该系统用一个电子绘图刷根据实际烧伤情况在二维图形上画出热烧伤区域,并且在 LB(Lund-Browder 图表法)水平基础上自动计算出烧伤面积[3]。上述两套系统在计算机中构建的均是针对人体前后两面的二维模型,然而国内外已有众多研究人员研发出了一系列各具特色的计算机辅助下三维人体体表面积估算系统,这些系统构建出的三维模型也就是数字化人体。数字化人体是指将人体结构数字化和功能数字化,然后在计算机上建立的一套可视的、可以控制的、整合了人体结构和功能的数字化系统,是数字医学进行基础研究与临床应用的基础操作平台[1]。

在 20 世纪 90 年代中期,电能研究所和芝加哥医院烧伤中心的 RaphaelLee 医生,发表了一些用三维电脑程序估算的烧伤面积数据。2000 年,电能研究所(EPRI)的三维烧伤图像(3DBurnVision)开始应用于临床。在这个程序控制下,图像的身体和四肢可以被旋转和操纵。这个程序也是用不同的身高、体质量和性别标准来建立三维模型,电脑程序可以直接估算三维情况(相比于二维模型更接近于真实人体)下的烧伤面积,从而提高体表面积估算的精确性[6-8]。该程序得到的三维烧伤图像具有模型可以在三维空间里旋转的优点,有放大功能,有可以记录复杂观察数据的内存数据库。这种三维烧伤图像没有切割图像的功能,但是具有一个变换工具,用户可以通过将身体的不规则形状部分拉伸来计算其体表面积。

奥地利研发的 Burncase3D 和美国研发的 3DBurnVision 两款软件大致相同,主要不足均为模型库中设定的模型数量有限,不能覆盖广大人群[9]。BAI 系统软件是西班牙 Seville 大学的 Prieto 等[10]开发的,可以针对人体不同体型和年龄等特征选取相应模型进行烧伤面积评估计算,但仍存在大量特定特征模型缺失的局限性,使部分用户不能及时获得实际精确的 3D 模型,因而造成了测量误差。对于 BAI 系统来说,第一步是同样是根据患者的年龄、体质量、性别和体形在电脑中建立一个适合于该患者的三维模型。医生在三维模型上可以用这个系统自动计算并再现烧伤面积和烧伤深度。每个患者的模型、照片和烧伤面积计算结果都会被存储起来,并保存在患者的临床病历里以用于回顾性研究[10]。

通过 Kinect 设备扫描,东华大学姚砺[9]等获取了被烧伤的人体获取真实的三维意义上的坐标数据以及颜色信息,然后配准和叠加这 2 种数据,并利用了 KinectFunsion 技术将各帧数据融合在计算机中重建出三维彩色模型,设计了三维模型中特征区域(即烧伤面积)提取及特征区域(即烧伤面积)计算方法。

鲁晋等[11]采用无菌薄膜勾边法(A 法)与使用计算机辅助个体三维烧伤面积计算扫描系统(BurnCalc,B 法)在患者身上分别测得创面面积,将 2 组数据进行比较,得出结论是运用 B 法所测得面积与 A 法测得面积一致。BurnCalc 是一种无创、准确及个体化的三维人体创面扫描系统,而 BurnCalc 系统采用的手持扫描设备同样也是微软公司为 XBOX360 游戏机开发出的体感外设 Kinect 设备。

台湾工业技术研究院 Yu 等[12]通过革新 3D 扫描仪的硬件和软件,开发了一套新的 3D 人体扫描系统,通过使用该系统对 15 种体型的 270 名实验者进行了人体表面积的测量,对得到的数据进行分析,一套新的人体表面积的估算公式随后被其总结出来。

3 其他领域面积计算方法的启示

在地质、农业、林业等许多非医学行业中,常常需要求取规则和不规则形状图形的面积。许多研究者就如何利用计算机及其外设数字化仪求取图形面积开发了各种软件。闫志为[13]利用这些软件设计了多种计算方法。AutoCAD 软件计算图形面积的方法很多,可以利用编程实现自动计算图形面积,但编程的工作难度较大,不便普及[14];也可以利用Area命令同时结合 Boundary 命令或 Region 命令及并集(Union)、差集(Subtract)计算图形面积,不过该方法操作环节多,特别是图形过于复杂时,容易出现计算结果误差[15]。因此,AutoCAD 软件是一个专业性较强的软件,不易为大部分普通工作人员掌握。图像的面积可以通过一个封闭曲线所围成的面域中含有多少像素来进行换算。而 Photoshop 以像素为处理单位,能直接读取某个面域的像素值。在一定的比例尺及分辨率条件下经过适当的单位和数据转换就能直观显现出面积值[16]。Photoshop 软件相对于 AutoCAD 软件更容易掌握,操作更简便。ImageJ 医学图像分析软件也可以用于计算面积。将数码相机采集得到的图片导入计算机,从中选出最清晰图片,然后应用 ImageJ 医学图像分析软件打开需要编辑的图形文件,采用软件中的描记笔沿边缘勾勒出烧伤创面表面轮廓,得出烧伤创面表面轮廓的像素平方值,同时用描记笔勾勒出标尺上 1 cm 直线上的距离,得出 1 cm 直线距离的像素值,再将得到的 1 cm 像素值相乘,就得出 1 cm^2 面积的像素平方值,最后用烧伤表面轮廓的像素平方值去除以1 cm^2 面积的像素平方值,则为烧伤面积[17]。

4 计算机技术估算人体烧伤面积步骤

计算机技术估算人体烧伤面积大致分为以下几步:①在计算机中进行人体成像;②使用计算机提取出烧伤区域;③选择适当的算法进行计算。关于人体成像,进行二维成像还是三维成像是需要考虑的问题。提取烧伤区域也与成像过程密切相关,如果成像的设备是自带颜色识别功能的扫描仪,就可以跳过提取烧伤区域这一步,直接进行计算。依赖于患者的身高、体质量和性别来进行模型构建的奥地利研发的 Burncase3D 和美国研发的 3DBurnVision 系统,都需要将拍摄的烧伤部位图片叠加至模型上,然后利用系统中画图软件将烧伤区域大小调整至实际烧伤情况[8]。如果能将上述步骤做成一个软件,开发出一个导入模型就能显示计算结果的应用程序,将极大地提升实际意义和应用价值。

手机是一项迅猛发展的科技,它可以实现远距离的信息交换,有助于更好地进行诊断和治疗[18]。如果能将上述软件安装在手机上,将会是很有意义的。2014 年,Kamolz 等[19]设计了一套估算体表和烧伤面积的系统,并将其安装在了手机上。

5 精准测量烧伤面积在烧伤治疗中的作用

基于烧伤面积基础上的补液公式的建立与不断完善,提高了大面积烧伤治疗水平。1944 年,Lund 等[20]通过对大量严重烧伤患者的体表面积进行统计学分析,归纳总结建立了简易的烧伤体表面积计算公式即 Lund-Browder 图表法,为通过烧伤体表面积估算烧伤补液量奠定了基础。1946 年,Moore 等[21]通过对美国波士顿夜总会火灾事故的烧伤伤员进行回顾性研究提出了通过烧伤体表面积来估算补液量的简单公式。此公式结束了烧伤休克期补液的无序状态。20 世纪 50 年代初,Evans 创立了 Evans 公式,即 2 × 1% TBSA × kg + 2 000 mL,胶体和晶体的比例是 1∶1。在最初 8 h 内注入总输液量的 1/2,剩余的 1/2 在伤后16 h内陆续均匀输入;而伤后第 2 个 24 h,则按照第 1 个 24 h 液体补给总量的 1/2 输入,另加水分 2 000 mL,同时该公式规定当烧伤患者的总烧伤体表面积超过 50% 时,仍按 50% 计算[22]。Evans 公式是人类烧伤休克复苏救治历史的里程碑式公式,明确了烧伤补液的基本原则:①烧伤体

液丢失量与烧伤面积、体质量成正比;②烧伤后的补液应同时补充胶体与晶体;③烧伤后第 1 个 8 h 应补充 24 h 补液量的一半;④尿量是液体复苏效果的一个良好的监测指标。Evans 公式对世界各国烧伤休克期复苏影响很大,目前临床所用的含有晶体与胶体的公式都是基于 Evans 公式改良而来的。1968 年,Baxter 等[23]提出 Parkland 公式,第 1 个 24 h 只补给电解质,第 2 个 24 h 再补充血浆和水分。无论应用哪一种烧伤补液公式,前提都必须是精准的烧伤面积估算,否则将会影响休克复苏的液体量的计算,液体量的不足或过多都会影响休克复苏,甚至危及患者生命。

对于中小面积烧伤创面,皮肤移植手术、各种皮瓣转移修复手术是常用的手术方式,若创面面积估计不足或过大,会导致手术所切取的皮肤组织不足或过多,切取不足则需要再次切取,和切取过多一样会给患者造成更多创伤。因此,准确的创面测量是烧伤手术中亟待解决的问题[24]。重度烧伤患者切削痂和植皮术中可导致大量出血和凝血功能障碍,因此准确评估术中可能的出血量至关重要,目前临床常根据手术面积来评估术中出血量[25]。

烧伤创面面积的评估是每个医学生必须掌握的技能之一。由于创面形状不规则、分布不同,不同医师对同一创面的判断及认识不同,这些因素导致创面面积的评估不具有可重复性和可比性,不能建立统一的评价标准。因此,我们也无法有效评价此项技能的教学效果。使用创面面积诊断仪可以将学生的评估能力量化。通过这种方法,此项技能的教学成果可以被客观地评价并分析,并以此为依据改进教学方法[26]。评估烧伤治疗水平应包括治愈率和伤残率[27]。根据烧伤面积和深度的不同,烧伤对人体局部解剖和全身情况的影响也不同,判断和治疗方法的选择对于预后也有很大的影响。不准确的判断和不正确的治疗会进一步加大对局部解剖结构和器官功能的破坏,重者波及全身,导致严重并发症甚至多器官功能障碍综合征,甚至导致死亡,轻者遗留严重的瘢痕,影响外观和功能。

在司法医学领域,烧伤患者的伤残等级鉴定需要精准的烧伤面积的测量,依靠医生的眼和手对烧伤面积进行粗略的估算,以及用直尺和皮尺进行的测量都远远不能满足烧伤患者司法医学鉴定的要求。数字化测量烧伤面积在司法医学领域有广泛的应用前景。要对损伤的细微之处进行说明,例如损伤的形态、范围、方向等,描述损伤的大小时均用毫米或厘米做单位[28]。

综上所述,烧伤面积的计算是烧伤诊断和治疗中最重要工作之一,目前临床上常用的中国九分法、手掌法等,虽然较为简便,但其存在的误差是不容忽视的。信息科学特别是计算机科学与技术的迅猛发展,已经深入到各个不同的领域由计算机技术和网络引发的数字化技术革命,使得人类社会进入了数字化和信息化的时代[1]。今天,计算机技术在烧伤面积计算中的应用是不可阻挡的趋势,对于明确烧伤诊断,有效地进行烧伤休克补液复苏,更为精确地通过手术等方法修复创面,以及评估预后,伤残等级鉴定等具有重要而广泛的应用价值。因此,开发更为简便可行,具有高度精确性和准确性的数字化烧伤面积测量计算方法是烧伤临床需要解决的重要课题之一。

[参考文献]

[1] 张绍祥. 数字化人体与数字医学的研究概况及发展趋势[J]. 第三军医大学学报,2009,31(1):1 - 2. doi:10.16016/j.1000 - 5404.2009.01.036.

[2] Scott-Conner CE, Clarke KM, Conner HF. Burn area measurement by computerized planimetry[J]. J Truma,1988,(5):638 - 640.

[3] James FW, Booker TK, James KA, et al. Comparison of traditional burn wound mapping with a computerized program[J]. J Burn Care Res, 2013,34(1):e29 - e35.

[4] 黎 鳌. 黎鳌烧伤学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2001:6 - 10.

[5] Miller SF, Finley RK, Waltman M, Lincks J. Burn size estimatereliability:a study[J]. Burn Care Rehabil,1991(12):546 - 59.

[6] Neuwalder JM, Sampson C, et al. A review of computer-aided body surface area determination:SAGEIIandEPRI's 3D burnvision[J]. J Burn Care Rehabil,2002,23(1):55 - 59.

[7] TuchDS, LeeRC. Three-dimensional wound surface area calculations with a CAD surface elemen model[J]. [IEEE] Trans Biomed Eng, 1998,45(11):1397 - 1400. doi:10.1109/10.725336.

[8] 盛文博,董国胜,万 燕,等. 三维技术在烧伤面积诊断及治疗中的应用[J]. 中华烧伤杂志,2014,30(4):353 - 355. doi:10.3760/cma.J.issn.1009 2587.2014.04.01.

[9] 姚 砺,董国胜,唐洪泰,等. 一种三维人体表面成像技术在人体烧伤面积估算中的应用[J]. 东华大学学报(自然科学版),2015, 41(1):84 - 90. doi:10.3969/j.issn.1671 - 0444.2015.01.016.

[10] Prieto MF, Acha B, Gómez cíaT, et al. A system for 3D representation of burns and calculation of burnt skin area[J]. Burns,2011,37(7): 1233 - 1240. doi:10.1016/j.burns.2011.05.018.

[11] 鲁 晋,王 亮,王光毅,等. 三维人体创面扫描系统在烧伤创面面积评估中的应用[J]. 中国医学装备,2015,12(12):1 - 3. doi: 10.3969/J.ISSN.1672 - 8270.2015.12.001.

[12] Yu CY, Lo YH, Chiou WK. The 3D scanner for measuring body surfaceArea:a simplified calculation in the Chinese adult[J]. Applied Ergonomics,2003,34(3):273 - 278. doi:10.1016/S0003 - 6870(03)00007 - 3.

[13] 闫志为. 利用 AUTOCAD 软件求取图形面积[J]. 矿产与地质, 1996,55(10):352 - 355.

[14] 龚有亮,曹歆宏,翟 翊,等. 在 AutoCAD 中实现面积的快速量测[J]. 测绘通报,2002(4):33 - 34. doi:10.3969/j.issn.0494 - 0911.2002.04.013.

doi:10.11659/jjssx.04E016097

泌尿外科老年患者术后静脉血栓栓塞的诊疗进展

徐 慧[1],王元林[2] (1.贵州医科大学研究生院,贵州 贵阳 550000;2.贵州医科大学附属贵州省人民医院泌尿外科,贵州 贵阳 550000)

Clinical progress of venous thromboembolism in elderly patients after urological surgery

XU Hui[1], WANG Yuan-lin[2] (1. Graduate School, Guizhou Medical University, Guiyang Guizhou 550000, China; 2. Department of Urology, Guizhou Provincial People's Hospital Affiliated to Guizhou Medical University, Guiyang Guizhou 550000, China)

[摘 要] 泌尿外科老年患者是静脉血栓栓塞(VTE)的高危人群,VTE 及随之而来的肺栓塞(PE)是导致泌尿外科老年患者术后死亡的主要非手术并发症。本文对 VTE 在泌尿外科术后的流行病学特征、预防、诊断及治疗等方面进行总结,以提高对静脉血栓栓塞的认识,进行规范的预防、治疗,对降低泌尿外科老年患者围手术期病死率有着重要的临床意义。

[关键词] 静脉血栓栓塞;深静脉血栓形成;肺栓塞;泌尿;老年患者

[中图分类号] R543.6 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-09-11

静脉血栓栓塞(venous thromboembolism, VTE)主要包括深静脉血栓(deep vein thrombosis, DVT)和肺栓塞(pulmonary embolism, PE),是外科手术常见的并发症,在 40~60 岁患者中,近端 DVT 的发生率可达 2%~4%,年龄超过 60 岁,这一发生率将翻倍[1-2]。PE 是 VTE 最严重的不良事件,1 周存活率为 71%,25% 的患者会发生猝死[3]。DVT 与 PE 在发病机制上存在因果关系,被视为同一疾病的不同阶段。在泌尿系统疾病的外科治疗中,VTE 同样是最主要的非手术并发症之一,随之而来的 PE 是导致患者死亡的常见原因,VTE 起病过程隐匿,常缺少典型的临床症状,一旦导致 PE 的发生常带来严重的后果。提高泌尿外科医生对 VTE 的认识,采取有效的治疗、预防措施,对降低这一并发症的发生率、病死率具有重要的临床意义。

1 VTE 在泌尿外科术后的流行病学特征

引起 VTE 的危险因素可分为高危因素、中危因素和低危因素。其中高危因素包括:①普通大手术,通常是指全身麻醉下持续 30 min 以上的手术,如冠脉搭桥、妇科恶性肿瘤手术、大多数泌尿外科手术、神经外科手术等;②骨科大手术,下肢手术在未进行预防性治疗的情况下,髋关节置换及膝关节置换患者 VTE 发生

[通信作者] 王元林,E-mail:wanglgy@163.com

[15] 周爱华. 应用 AutoCAD 求算闭合地块面积的方法探讨[J]. 城市勘测,2008(4):128-129. doi:10.3969/j.issn.1672-8262.2008.04.038.

[16] 洋樟胜,叶连宝. 浅谈利用 PhotoShop 精确计算图形面积[J]. 绿色科技,2012(8):261-263. doi:10.3969/j.issn.1674-9944.2012.08.119.

[17] 王 艳,刘关键,袁南兵,等. 数码照相结合 ImageJ 医学图像分析软件法与无菌薄膜勾边法测量糖尿病皮肤溃疡面积的可靠性比较[J]. 中国修复重建外科杂志,2008,22(5):563-566.

[18] Parvizi D, Giretzlehner M, Dirnberger J, et al. The use of telemedicine in burn care: development of a mobile system for TBSA documentation and remote assessment[J]. Ann Burns Fire Disasters, 2014, 27(2): 94-100.

[19] Kamolz LP, Lumenta DB, Parvizi D, et al. Smartphones and burn size estimation: "Rapid Burn Assessor"[J]. Ann Burns Fire Disasters, 2014, 27(2): 101-104.

[20] Lund CC, Browder NC. The estimation of areas of burns[J]. Surg Gynecol Obstet, 1944, 79: 352-358.

[21] Moore FD, Peacock WC, Blakely E, et al. The anemia of thermal burns[J]. Ann Surg, 1946, 124(5): 811-839.

[22] 杨宗城. 改善早期补液方式减轻烧伤后早期内脏损害[J]. 中华烧伤杂志,2005,21(3):162-164. doi:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2005.03.002.

[23] 周 宁. 严重烧伤休克期的补液治疗[J]. 医学综述,2009,15(22):3473-3475. doi:10.3969/j.issn.1006-2084.2009.22.038.

[24] 马 兵. 数字化烧伤治疗——计算机辅助烧伤创面评估系统[J]. 中华烧伤杂志,2010,26(6):475. doi:10.3760/ema.j.isRn.1009-2587.2010.06.033.

[25] 王江梅,胡瑶琴,胡智勇. 不同方法评估重度烧伤清创植皮术患儿术中出血量准确性的比较[J]. 中华麻醉学杂志,2011,31(1):82-83. doi:10.37601em.j.iⅫ.ff254-1416.2011.01.024.

[26] 陈郑礼,吴 曦,刘 佳,等. 创面面积诊断仪在烧伤科临床教学中的初步应用[J]. 中国医学教育技术,2015,29(4):443-445. doi:10.13566/j.cnki.cmet.cn61 1317/94.201504025.

[27] 杨宗城. 严重烧伤治疗进展与展望[J]. 中华烧伤杂志,2006,22(3):237-240. doi:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2006.03.034.

[28] 马飞飞,周 雁. 活体损伤法医学鉴定分析及鉴定标准探讨[J]. 医药前沿,2012(5):26-27. doi:10.3969/j.issn.2095-1752.2012.14.020.

(编辑:左艳芳)