

· 综述 ·

防水型液体创可贴的研究进展

王天宇^{1,2}, 张美敬^{1,3}, 房盛楠^{1,3}, 余越^{1,3}, 宋洪涛¹

(1 南京军区福州总医院药学科, 福州 350025; 2 厦门大学医学院, 厦门 361102;

3 福建医科大学药学院, 福州 350108)

[摘要] 创可贴是人们生活中最常用的外科用药。传统的创可贴即是一长形胶布, 中间附以浸过药物的纱布, 从而起保护伤口, 暂时止血的作用。传统创可贴适合创伤较为表浅, 伤口整齐干净、出血不多而又需要缝合的小伤口使用。本文所要讲述的液体创可贴可用于大部分的外伤伤口, 能够及时止血及防止病原微生物的感染。本文主要讲述了近些年刚刚出现的防水型液体创可贴, 包括其主要的作用、材料组成及相关临床研究。

[关键词] 液体创可贴; 伤口愈合; 生物黏附剂; 成膜材料

[中图分类号] R944 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-3734(2016)04-0433-06

Advance in research of water-proof liquid band-aid

WANG Tian-yu^{1,2}, ZHANG Mei-jing^{1,3}, FANG Sheng-nan^{1,3}, YU Yue^{1,3}, SONG Hong-tao¹

(1 Department of Pharmacy, Fuzhou General Hospital of Nanjing Command, PLA, Fuzhou 350025, China;

2 Medical College, Xiamen University, Xiamen 361102, China; 2 College of Pharmacy,

Fuzhou Medical University, Fuzhou 350108, China)

[Abstract] Band-aid is the most commonly used surgical medication. The traditional band-aid is a long-shaped adhesive, and the intermediate layer accompanied by soaking medicine gauze, thereby used for the wound and temporary hemostasis. The traditional band-aid is suitable for shallow trauma, small wound, clean and tidy wound, less bleeding and the wound that needs no suture. In this article we introduced a liquid band-aid that can be used for most of the traumatic wound, can timely stop bleeding and prevent microbial infection. We mainly described the waterproof liquid band-aid appeared in recent years, including its main effects, material composition and related clinical research.

[Key words] liquid band-aid; wound healing; biological adherence; film former

我们日常生活中, 遇到皮肤损伤的情况总是不可避免的, 如日常的割伤、烧伤、擦伤。在伤口愈合的过程中, 创伤敷料的使用有利于保护伤口免受外部的侵害, 包括物理接触性的伤害和细菌等微生物的再次感染。

20 世纪初出现了创可贴。时至今日, 创可贴依

然发挥着强大的作用。现代社会, 生活水平逐渐升高, 人们的形象意识增强; 生活节奏加快, 简捷适用显得尤为重要。这使得液体制剂创可贴的出现成为必然。

传统创可贴能够压迫止血、保护创面、预防感染、促进愈合, 同时, 又具有体积小、使用简单、携带方便等优点。但其所用的胶布透气性差, 人体局部所正常分泌的水汽和汗液不能穿透这层胶布, 于是对局部皮肤产生浸泡作用, 具体表现为局部皮肤褶皱。液体创可贴优点就在于可快速干燥并形成透气、防水且有弹性的保护膜。此外, 还可以很好的

[作者简介] 王天宇, 男, 硕士研究生, 研究方向: 药物新剂型与制剂新技术。联系电话: (0591) 22859972, E-mail: 1002257221@qq.com。

[通讯作者] 宋洪涛, 男, 博士, 主任药师, 研究方向: 药物新剂型与制剂新技术。联系电话: (0591) 22859459, E-mail: sohoto@vip.163.com。

避免因伤口形状的不规则而导致胶布创可贴很难贴好、贴牢的缺点。近几年虽有防水型创可贴的出现,但其实际的防水作用差强人意,防水作用并没有那么好;而且外层胶布黏性不是很好,很容易脱离患处。现在日本、美国等发达国家出现了一种防水型液体创可贴(Liquid Bandage),顾名思义,

既防水,又属于液体制剂,免去了很多传统型创可贴的麻烦。

1 国内外关于液体创可贴的研究概况

国内外有相关产品的上市,经相关调查,有以下已上市的产品,国内产品如表1所示,国外产品如表2所示。

表1 国内液体创可贴类同类产品

产品名称	组成	临床应用	制造厂家
聚乙烯醇凝胶	本品为聚乙烯醇、甘油、十二烷基硫酸钠等组成	用于烧伤、烫伤、创伤、皮肤溃疡、手术等伤口愈合初期疤痕部位皮肤的保护。	新乡市华信药业有限公司
液体护创膜(新肤佳)	本品为聚乙烯醇、脂松香、蜂蜡、松脂节油、乙醇、纯化水配制而成的溶液	用于小创伤、擦伤、灼伤等皮肤浅表伤口部位的简易消毒护创治疗和防止细菌感染。	上海华医高科技有 限公司
伤口一抹得	本品为合成液态敷料基质,嵌入大黄、黄岑、乳香、三七等中药材,制成创口液体黏合敷料	用于皮肤感染溃破、溃疡;用于消肿;日常的小伤口如切、割伤口	天津市一抹得医疗用品有限公司

表2 国外液体创可贴类同类产品

产品名称	组成	临床应用	制造厂家
NEW SKIN 液体创可贴	主要活性成分为8-羟基喹啉,其他成分有乙酸戊酯、蓖麻油、乙酸乙酯、乙醇、乙酸正丁酯、硝酸纤维素、橄榄油	适用于轻微割伤,擦伤,裂伤,以及皮肤其他破损	NEW SKIN Inc.
Cavilon 液体创可贴	主要成分为六甲基二硅烷、丙烯酸三元共聚物、多聚苯基甲基硅氧烷等	该产品用于对伤口的保护	3M Company
Coloskin 液体创可贴	主要活性成分为低氮硝化纤维素	适用于小伤口如割伤、皮肤擦伤、皮肤干裂	日本小林制药

目前国内外上市的相关产品基本解决了传统创可贴不能贴牢的问题,已经具备了作为液体创可贴的优势。但普遍存在的问题是使用时刺激性较大,有一定的异味,而且防水性能及透气性能也亟待进一步的改善。

1.1 国内产品

表1中所示产品前两者均以聚乙烯醇作为成膜材料,其并未采用有机溶剂作为主要的挥发溶剂,其主要存在问题是能否迅速成膜。

1.2 国外产品

表2中所示的国外产品中,以口碑较好的NEW SKIN液体创可贴和Coloskin液体创可贴为例,均采用低氮硝化纤维素作为成膜材料,且效果较好,有良好的成膜特性。

2 液体创可贴主要成分分析

2.1 成膜材料与生物黏附剂

2.1.1 成膜材料^[1-4] 成膜材料从分子结构上来看,一般主要有两部分组成:一部分可与水混溶,称

为亲水基团;另一部分不能与水混溶,称为疏水基团或亲油基团,即为表面活性剂或两亲性分子。

脂肪类成膜材料非常多,包括脂肪酸类,醇类,酰胺类,胺类,烷基氰类以及含有磺酸基、磷酸基等的化合物。除了这些典型的脂肪类化合物之外,还存在一部分化合物,本身是由于对脂肪类化合物的烷基链修饰而产生的,如卤素元素取代脂肪链中的部分或全部氢原子的氟代、氯代、溴代以及碘代化合物,烷基链中引入一个或多个碳碳双键或三键的不饱和化合物。这类物质大多均能较好地成膜,原则是亲水头基亲水性较强时,需选择烷基链较长的分子;若亲水性较弱,选择适当的链长的分子可以成膜,但形成的膜稳定性较差(如烷基氰类化合物)。

2.1.2 生物黏附剂 生物黏合剂^[6-10]是一种用于防止组织黏连、止血、手术中防止空气和体液泄漏的生物医学材料。目前多使用的外科胶黏剂、纤维蛋白等。

制备生物黏附剂的关键是选择适宜的黏附材



料,理想的黏附材料应无毒、无吸收、性能稳定,有良好的生物相容性,黏附力适宜,作用迅速,与药物易混合但不发生化学反应且不影响其释药,价廉易得。常用的有脱乙酰壳多糖、卡波姆、纤维素的衍生物等。将不同的黏附材料混合使用可取得理想的效果。适当添加促渗剂,可促进黏膜吸收,进一步提高生物利用度。

经研究发现,可应用于创可贴的成膜材料或生物黏附剂有许多种,如氰基丙烯酸酯类、丁二烯苯乙烯聚合物、环氧树脂、纤维混合物、聚甲基异丁烯酸、纤维蛋白单体等等,其中以聚丙烯酸酯类最为常见。

2.2 相关材料举例

2.2.1 氰基丙烯酸酯类(cyanoacrylates,CA)

氰基丙烯酸酯类化合物是在液体创可贴中较为常见的原料,不仅应用于液体创可贴,而且广泛的应用于外科手术的缝口,替代缝线。此类化合物有短链的,如2-氰基丙烯酸甲酯(methyl-2-cyanoacrylate),2-氰基丙烯酸乙酯(ethyl-2-cyanoacrylate)。更常用的是长链结构的,如2-氰基丙烯酸异戊酯(isoamyl-2-cyanoacrylate),2-氰基丙烯酸正丁酯(n-butyl-cyanoacrylate),2-氰基丙烯酸正辛酯(octyl-2-cyanoacrylate)。

有研究证实^[11-14],此类化合物可形成柔性膜,可快速控制伤口出血,既为安全,又易使用,有较低的变态反应原性,无异味与化学刺激。但是短链的氰基丙烯酸酯类化合物如甲酯和乙酯类,一定条件下容易分解,产生高浓度的毒性物质,而且个别长链的如氰基丙烯酸异戊酯也会产生一定的毒性。但有实验证实^[15-16]2-氰基丙烯酸正丁酯与2-氰基丙烯酸正辛酯无毒无刺激,无致敏性,是很好的黏附剂。且有研究表明2-氰基丙烯酸正辛酯可在5~10sec内与水分迅速结合凝固形成聚合物,有良好的自我稳定性,无明显致癌性且生物可降解。

2.2.2 壳聚糖(chitosan)

在伤口愈合中壳聚糖是具有高潜力的天然聚合物。现如今壳聚糖已广泛应用与各种形式的伤口敷料,如膜、海绵、水凝胶和纤维。甲壳素(chitin)和壳聚糖有许多优异的性能^[17-19],如生物相容性、生物降解性、止血活性、抗感染和使伤口愈合加速性能。但壳聚糖有较弱的黏附性,抗菌活性不是很强,而且纯壳聚糖膜有较差的拉伸强度和弹性,由于其脆性,需要加入其他聚合物改善其强度与韧性。

有研究^[20-22]基于壳聚糖复合膜,加入其他高分子材料,其韧性及其他性质有所改变。如在壳聚糖

中加入玉米淀粉及葡聚糖作为复合材料,以戊二醛作为交联剂,聚乙二醇为增塑剂会使其性状发生变化;聚乙烯醇(PVA)也可与壳聚糖共混提高壳聚糖的机械性能。

2.2.3 硝酸纤维素类(nitrocellulose,NC)

硝酸纤维素是纤维素经硝化,发生可逆的放热酯化反应而得的一种稳定的均质物质。根据纤维素的结构,每个环最多只能引入3个硝酸酯基团。硝酸酯基团引入的多少决定了硝酸纤维素的性质和用途。其表征方法通常是用含氮量和代表聚合度的黏度。硝酸纤维素的含氮量是其一个重要的参数。硝酸纤维素中的含氮量影响其在溶剂中的溶解度和黏度,一般将含氮量高(>12%)的硝酸纤维素称为高含氮量的硝酸纤维素,主要用于火药的推进剂或者炸药的原料;含氮量低的硝酸纤维素(<12%)可被用于制造交卷底片、免疫透析膜、生物传感器、涂料等。

硝酸纤维素主要可用于密封小伤口或药用胶棉的制备及保护小型烧伤的伤口。它的应用是伴随着巨大的痛苦,但它可以有有效的杀菌、隔绝空气。含氮量低的硝酸纤维素用于成膜材料较为广泛,因其理化特性,可以起到很好的抑菌效果及相对较好的稳定性。日本小林与美国NEW SKIN公司均采用低氮硝化纤维素作为成膜材料,使用效果较好,在伤口处成膜迅速。

2.2.4 聚偏二氟乙烯(polyvinylene difluoride PVDF)

聚偏二氟乙烯是一种纯热塑性含氟聚合物,由偏二氟乙烯经聚合而成的高分子化合物。有关液体创可贴的专利^[23-24]介绍,丙烯酸树脂与聚偏二氟乙烯以一定比例混合,加入水、丙酮等溶剂可制成乳剂,有一定的皮肤黏附性,制成的乳剂在皮肤上成膜,且存在一定的微孔可透气,防潮防水,并且具有较好的耐久性和皮肤黏附性。

2.2.5 聚乙烯醇(PVA)

PVA是较为常见的水溶性的高分子成膜材料。PVA成膜会有少量颗粒附在膜表面,成膜效果欠佳,所以常与其他成膜材料或添加剂配合使用效果更好。有研究专利使用PVA作为成膜材料制备液体创可贴,使用量为1%~5%,有专利^[5]中所介绍的以PVA为成膜材料的液体创可贴可成一层透明的膜。且具有一定的防水作用。

3 液体创可贴的处方研究

3.1 液体创可贴处方中主要成分分析

关于液体创可贴的处方研究,由于成膜材料的多样性,也有较多的以不同高分子材料作为成膜材

料的研究。根据成膜材料的溶解性,有的是以水作为溶剂的创可贴,也有以有机溶剂作为成膜材料的创可贴。具体研究的相关处方见以下描述。

液体创可贴面临的主要问题是能否在患处迅速成膜,而在正常贮存条件下不发生性状的变化。如丙烯酸酯类化合物容易在受潮情况下发生变质,使之直接凝成胶状。另外,国外许多产品^[25-26]中以乙醇或异丙醇作为挥发溶剂,不仅有一定的气味,也会对伤口产生很大的刺激性,因此在处方中加入局麻药(如利多卡因)会提高患者的顺应性。处方中的很多高分子材料本身具有一定的抑菌性,但是如果加入少量抗菌药物(如诺氟沙星),会使抗菌活性提高,也是不错的选择。

有相关文献研究了液体创可贴的处方及工艺,对于液体创可贴的成膜材料的选择是至关重要的一步。

有使用壳聚糖所制备的液体创可贴,单纯的聚糖膜有较差的拉伸弹性,有脆性。故需要加入其他聚合物以改进其强度与韧性。在处方中加入了增塑剂(如甘油),交联剂(如京尼平,用量 0.075 ~ 0.1%)等其他高分子材料。还有最新的研究^[28]有在液体创可贴中加入伤口净化剂(一种抗微生物药物,可用于皮肤、黏膜、伤口的净化及抗感染,如奥替尼啶)。

除使用壳聚糖外,也有使用其他的成膜材料作为主要成分的,主要是使用硝酸纤维素作为成膜材料制备的液体创可贴,其硝酸纤维素用量为 5% ~ 16%。

关于液体创可贴中其他成分的加入,主要有增塑剂、杀菌剂等;亦有相关研究在处方中加入少量的止痛剂。

3.2 液体创可贴相关处方分析^[27-30]

3.2.1 京尼平交联丝胶聚乙烷醇液体创可贴处方 处方中聚乙烯醇(PVA)为 2%,丝胶水溶液(silk sericin,浓度 7%)为 3%,甘油(glycerin)为 1%,京尼平乙醇溶液(Genipin,浓度 20%)为 0.1%,总量 100%。

制备工艺:将丝胶溶于水中制成 7% 水溶液,京尼平溶于乙醇中制成 20% 溶液。将聚乙烯醇溶于适量水中制成 2% 水溶液,按量加入丝胶水溶液、甘油和京尼平乙醇溶液,混合即得。

该处方以 PVA 作为成膜材料,以水作为挥发溶剂,以甘油作为增塑剂。

3.2.2 壳聚糖凝胶薄膜液体创可贴处方 处方中壳聚糖(chitosan)为 0.5 g,利多卡因(lidocaine)为 2.6 g,聚维酮碘(PVP-I)为 2.4 g,氨基己酸(aminocaproic acid)为 5.0 g,泊洛沙姆 407(Ploxamer 407)为 15.0 g,泊洛沙姆 188(Ploxamer 188)为 15.0 g,乙酸(acetic acid)为 60 mL,加水至 100 mL。

制备工艺:将壳聚糖溶于 60 mL 乙酸中,一次加入利多卡因、聚维酮碘、氨基己酸,搅拌溶解。加入泊洛沙姆,4 °C 恒温过夜孵育,将所得产品加水稀释至 100 mL 即得。

该处方中以壳聚糖、泊洛沙姆作为成膜材料,加入了上文提到的局麻药利多卡因以减少使用时的痛苦。

3.2.3 Coloskin 小林液体创可贴处方 关于此液体创可贴各成分的用量尚不清楚,只可通过使用说明书得知其主要成分及估测作用,具体处方及其作用见表 3。

表 3 Coloskin 小林液体创可贴处方及作用

成分	作用
硝酸纤维素(16%)	成膜材料
棕榈酸异丙酯	皮肤润滑剂
乙酸乙酯	挥发溶剂
乙酸丁酯	挥发溶剂
异丙醇	挥发溶剂
苯甲醇	止痛剂
蓖麻油	增塑剂

该处方中以大量的硝酸纤维素作为成膜材料,溶解于有机溶剂异丙醇中,得到的是较为黏稠的液体。

3.2.4 New Skin 液体创可贴处方 同小林,关于此液体创可贴各成分的用量尚不清楚,只可通过使用说明书得知其主要成分及估测作用,具体处方及其作用见表 4。

表 4 New Skin 液体创可贴处方及作用

成分	作用
8-羟基喹啉(1%)	杀菌剂
硝酸纤维素	成膜材料
乙酸戊酯	溶剂
乙酸正丁酯	溶剂
乙醇	溶剂
乙酸乙酯	溶剂
蓖麻油	增塑剂
橄榄油	增塑剂



该处方中同样以硝酸纤维素作为成膜材料,不过相比前者加入了1%的8-羟基喹啉作为杀菌剂。

4 液体创可贴的评价指标^[31-33]

4.1 液体创可贴的在体评价方法

由于猪的皮肤特征与人体有很多相似之处,故国内外有关液体创可贴的在体评价主要使用的实验动物为25~30 kg的无病原体雌性猪,在猪背部以角膜刀割口(深度为0.3 mm)。在实验组分别使用自制液体创可贴、普通传统创可贴,对照组将伤口正常暴露在空气中。每隔一定时间观察记录伤口的愈合情况、止血情况、生物黏附性、结痂速度、是否伴有红疹、是否存在伤口感染。

同样有相关研究是使用大鼠来做液体创可贴的在体评价,在大鼠背部做固定面积大小的皮肤全切除,以同样的指标对创可贴的性能进行评价。

对于液体创可贴的在体评价,关于组织病理学的研究也必不可少。一般可通过观察表皮细胞有无变性坏死、糜烂、溃疡;观察组织下方真皮和皮下组织有误差扩张、充血、水肿;观察肉芽组织增生或纤维化来评价液体创可贴在使用过程中对伤口愈合的影响。

4.2 液体创可贴的体外评价方法

液体创可贴的体外评价面临的问题是要制得液体创可贴薄膜,才可进行体外评价。现有一种方法可以制得液体创可贴薄膜供实验用。即将制得的创可贴液体均匀涂布于干玻璃板或装于定量的模具中,使具有一定的厚度,于40℃无尘环境中静置24 h,可获得薄膜进行实验测试。

4.2.1 膜机械性能(mechanical properties)评价

将膜一侧固定。另一端夹注一定重物,通过不断增加重量测量液体创可贴膜的机械性能。关于膜机械性能检查的模拟图如图1所示。

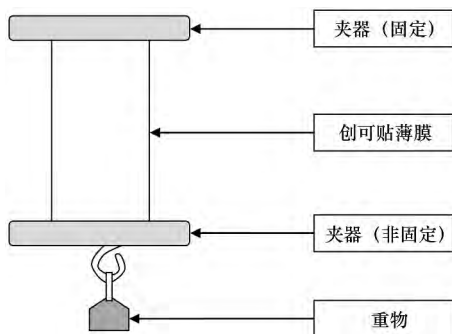


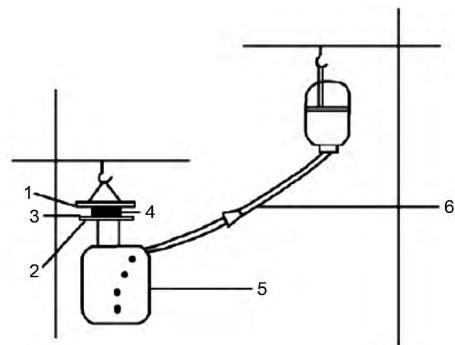
图1 膜机械性能检查装置

4.2.2 水蒸汽透过能力(water vapor penetration)评价

取西林瓶,均加入适量硅胶,并在西林瓶瓶口覆盖液体创可贴膜,精确称量各个西林瓶的重量并作记录。将做好的试验品置于盛有硅胶的干燥器中12 h,取出后放入精密称定并做记录。再将西林瓶置于含有NaCl饱和溶液的干燥器中(30℃,75% RH),分别于时间点0,12,24,48 h精密称定西林瓶重量。由此可得液体创可贴膜的水蒸汽透过能力。

4.2.3 生物黏附性(material adherence)评价

生物黏附力的高低是评价液体创可贴优劣的重要指标,直接影响到创可贴的日常使用及其对伤口的保护功能。生物黏附力的体外测定拟采用新鲜制备的猪大肠黏膜作为实验材料,以此模拟新鲜的伤口。自制体外黏附力测定装置,如图2所示。固定好创可贴膜,以同等速率向塑料袋中滴加水,记录膜剥离的时间。用塑料袋中水的重量来衡量液体创可贴膜黏附力的大小。



1. 载片1; 2. 载片2; 3. 猪大肠膜; 4. 创可贴膜;
5. 塑料袋; 6. 输液滴水导管

图2 体外生物黏附力测定装置

4.2.4 红外色谱测定(FTIR) 使用红外色谱进行测定

可以确定液体创可贴膜表面具有的官能团,由官能团分析液体创可贴表面的结构,也是可以评价其防水性能的关键。

5 液体创可贴发展前景

相比于传统创可贴,液体创可贴的有着划时代的意义。通过上文所述,我们可以了解到液体创可贴的实用性、安全性、可靠性及易携带等特点。但是就目前国内相关研究及市场来看,并没有人们所期望的产品的出现。日本及美国等发达国家所上市的相关产品也存在着刺激性的问题。

有多项临床试验研究了医用液体敷料和传统创可贴的差异,无论是从伤口愈合速度、止血时间还是

抗菌防水透气能力,都具有显著性的统计学差异。有研究发现 这些高分子液体敷料有些可以直接激活凝血因子途径(如聚偏二氟乙烯),有些本身就起到抑菌作用(如氨基丙烯酸酯类)。

随着高分子材料的发展 药剂辅料的多样化 必定会有相关化合物或化合物的混合物适用于研发此类创可贴。前文提到的长链氟基丙烯酸酯类化合物,壳聚糖类,硝酸纤维素类及聚偏二氟乙烯类,可以通过几种有机溶剂的配比,加入不同量的相应高分子材料,通过一定的生产工艺可能研制出我们正需要的液体创可贴。

[参 考 文 献]

[1] 苏继勇. 液体创可贴[J]. 技术与市场, 2009, 16(5): 100.
 [2] 潘华先, 程定超. 医用敷料的发展及概况[J]. 国外医学·生物医学工程分册, 1994, 17(4): 206-211.
 [3] 罗映红, 王磊, 欧志立, 等. 生物黏附制剂研究的新进展[J]. 中国药师, 2014, 17(3): 477-480.
 [4] 陈思, 丁平田. 生物黏附制剂的研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2012, 27(2): 165-170.
 [5] 刘建行, 徐风华, 周筱青. 医用创伤敷料的研究进展[C]. 中国药学会学术年会, 2014.
 [6] 王健, 毕殿洲. 生物黏附材料的研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2004, 19(5): 373-380.
 [7] EAGLSTEIN WH, SULLIVAN TP, GIORDANO PA, et al. A liquid adhesive bandage for the treatment of minor cuts and abrasions[J]. *Dermatologic Surgery*, 2002, 28(3): 263-267.
 [8] CASPER KA. OTC product: band-aid liquid Bandage[J]. *J Am Pharm Assoc*, 2006, 46(6): 768-768.
 [9] GREIG L. First aid for minor burns, cuts and grazes[J]. *Austral Pharmacist*, 2012, 31(6): 464.
 [10] ZHOU Y, YANG H, LIU X, et al. Potential of quaternization-functionalized chitosan fiber for wound dressing[J]. *Int J Biolog Macromol*, 2013, 52(1): 327-332.
 [11] DAVIS SC, EAGLSTEIN WH, CAZZANIGA AL, et al. An octyl-2-cyanoacrylate formulation speeds healing of partial-thickness wounds[J]. *Dermatologic Surgery*, 2001, 27(9): 783-788.
 [12] UY HS, KENYON KR. Surgical outcomes after application of a liquid adhesive ocular bandage to clear corneal incisions during cataract surgery[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2013, 39(11): 1668-1674.
 [13] SAMEENA T, SETHY SP, PATIL P, et al. Cyanoacrylate: a bio adhesive for suture less surgery: a review[J]. *Asian J Res Chem*, 2014, 7(3): 349-354.
 [14] 樊荣丹, 陈晨, 张樱子, 等. 喷雾剂中成膜材料的研究进展[J]. 中国药师, 2014, 17(3): 492-495.
 [15] 金玲, 王锦玉, 仝燕, 等. 涂膜剂研究概述[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(8): 277-280.
 [16] LI Z, ROUSSAKIS E, KOOLEN PG, et al. Non-invasive transdermal two-dimensional mapping of cutaneous oxygenation with a

rapid-drying liquid bandage[J]. *Biomed Optics Express*, 2014, 5(11): 3748-3764.
 [17] 林宝凤. 壳聚糖成膜剂特性的研究[J]. 食品与发酵工业, 1998, 24(1): 46-49.
 [18] CHEN C, LIU L, HUANG T, et al. Bubble template fabrication of chitosan/poly(vinyl alcohol) sponges for wound dressing applications[J]. *Int J Biolog Macromol*, 2013, 62(11): 188-193.
 [19] ARCHANA D. Chitosan-PVP-nano silver oxide wound dressing: *in vitro* and *in vivo* evaluation[J]. *Int J Biolog Macromol*, 2015, 73(3): 49-57.
 [20] KONWAR A, GOGOI N, MAJUMDAR G, et al. Green chitosan-carbon dots nanocomposite hydrogel film with superior properties. [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 115: 238-245.
 [21] ZHANG D, ZHOU W, WEI B, et al. Carboxyl-modified poly(vinyl alcohol)-crosslinked chitosan hydrogel films for potential wound dressing[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 125: 189-199.
 [22] WITTAYA-AREEKUL S, PRAHSARN C. Development and *in vitro* evaluation of chitosan-polysaccharides composite wound dressings[J]. *Int J Pharm*, 2006, 313(1): 123-128.
 [23] SIEGEL G. Liquid bandages: US, US 20090192475 A1 [P]. 2011-06-28.
 [24] BAGGETT R. Liquid bandage: WO, WO 2009002768 A2 [P]. 2007-06-26.
 [25] CHOI SJ, LEE JH, LEE YH, et al. Synthesis and properties of polyurethane-urea-based liquid bandage materials [J]. *J Appl Polymer Sci*, 2011, 121(6): 3516-3524.
 [26] SIRITIENTONG T, RATANAVARAPORN J, SRICHANA T, et al. Preliminary characterization of genipin-cross-linked silk sericin/poly(vinyl alcohol) films as two-dimensional wound dressings for the healing of superficial wounds [J]. *Biomed Res Int*, 2013, 19(6): 235-246.
 [27] ZIEMBA R. The role of hydrogel dressings in prophylactic sets used by soldiers involved in polish military contingents [J]. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 2013, 70(6): 1117-1121.
 [28] ROBINS P, GOLDBERG L, MOY R, et al. The effectiveness of liquid bandage as an adhesive and antimicrobial agent [J]. *J Drugs Dermatol*, 2008, 7(8): 764-766.
 [29] PETKEWICH R. Liquid bandages [J]. *Chem Engineer News*, 2008, 86(24): 61.
 [30] WOO KY, CHAKRAVARTHY D. A laboratory comparison between two liquid skin barrier products [J]. *Int Wound J*, 2014, 11(5): 561-566.
 [31] 俞振伟, 梁漪, 梁文权. 雌二醇透皮喷雾成膜剂的研制及其体外评价[J]. 药学学报, 2013, 48(5): 746-751.
 [32] DU LN, TONG L, JIN YG, et al. A multifunctional in situ-forming hydrogel for wound healing [J]. *Wound Repair Regen*, 2012, 20(6): 904-910.
 [33] HUANG YC, CHU HW, HUANG CC, et al. Alkali-treated konjac glucomannan film as a novel wound dressing [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 117(117): 778-787.

编辑: 韩培/接受日期: 2015-09-20

