

## 术后并发症标准化报告及评估工具的研究进展\*

朱易豪<sup>1</sup>, 王飞<sup>1,2</sup>, 赵怡<sup>1</sup>, 朱涛<sup>1△</sup>

1. 四川大学华西医院麻醉科(成都 610041); 2. 电子科技大学四川省医学科学院·四川省人民医院麻醉科(成都 610041)

**【摘要】** 术后并发症是评估手术结果的重要指标,通常使用死亡率和各种特定并发症的发病率来衡量手术及围术期管理策略的疗效。随着医学技术的进步,死亡率及单一并发症的发病率已经大幅下降,传统的报告及评估方法不能满足现实需要,迫切需要符合实际情况,反映患者术后整体并发症负担的标准化报告及评估工具,本文就术后并发症的标准化报告及评估工具Clavien-Dindo分级(Clavien-Dindo classification, CDC)系统和综合并发症指数(comprehensive complication index, CCI)的研究进展做一综述,并对CCI和CDC的改进空间及应用前景进行了展望。

**【关键词】** 不良事件 术后并发症 Clavien-Dindo分级 综合并发症指数 评估工具

**Research Updates: Standardized Reporting and Evaluation Instruments for Postoperative Complications** ZHU Yi-hao<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>1,2</sup>, ZHAO Yi<sup>1</sup>, ZHU Tao<sup>1△</sup>. 1. Department of Anesthesiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Anesthesiology, Sichuan Academy of Medical Science and Sichuan Provincial People's Hospital, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: xwtao\_zhu@sina.com

**【Abstract】** Postoperative complications are important indicators for evaluating surgical outcomes, and mortality and the incidence of various specific complications are often used to measure the efficacy of surgical and perioperative management strategies. With the progress of medical technology, there has been a dramatic decline in mortality and the incidence of complications. As a result, reporting and evaluation in the traditional methods no longer meets the actual needs of the world. There has arisen an urgent need for an instrument of standardized reporting and evaluation. The instrument should be aligned with the actual circumstances and should represent the patient's overall burden of postoperative complications. We herein reviewed the latest research findings on Clavien-Dindo Classification (CDC) system and comprehensive complication index (CCI), two instruments of standardized reporting and evaluation of postoperative complications, and discussed the space for improvement and prospects of application of CDC and CCI.

**【Key words】** Adverse event Postoperative complication Clavien-Dindo classification Comprehensive complication index Evaluating instrument

报告手术不良事件(adverse events, AEs)是手术结果研究的重要组成部分,但目前尚缺乏足够严格的方法学要求。1996年HORTON等<sup>[1]</sup>发表的评论文章将研究设计不佳、报告与患者有关的安全性和结果方面缺乏标准化报告及评估工具视为外科手术研究中的主要关注领域。长期以来缺乏对手术并发症进行分类的定义和广泛接受的分级系统,妨碍对手术结果数据的正确解释,阻止了不同中心和治疗之间以及随着时间推移对结果数据的比较。术后并发症是最常见的手术不良事件之一,其包含的事件众多,有些是短暂的、轻微的,有些是长期的、严重的甚至可能威胁患者生命。为了解决缺乏对术后并发症进行标准化报告及评估的可靠工具这一问题,CLAVIEN和DINDO于2004年针对普外科手术首次正式提出了Clavien-Dindo分级(Clavien-Dindo Classification, CDC)系统<sup>[2-4]</sup>,近年来又发展出了综合并发症指数(comprehensive complication index, CCI)及Bern-CCI等评

估工具(图1)。本文就术后并发症的标准化报告及评估工具的研究进展做一综述。

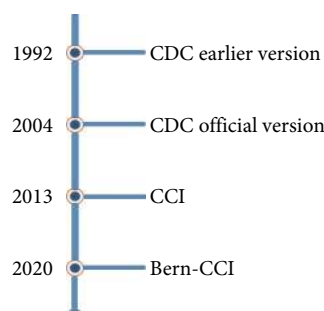


图1 术后并发症标准化评估工具发展历程

Fig 1 Development of standardized evaluation tools for postoperative complications

CDC: Clavien-Dindo classification; CCI: Comprehensive complication index.

### 1 CDC

#### 1.1 CDC的发展现状

1992年CLAVIEN等<sup>[2]</sup>首次提出了CDC的基础版本,当时并未命名为CDC,该版本将手术相关不良事件分为

\*“十三五”国家重点研发计划项目(No.2018YFC2001800)资助

△ 通信作者, E-mail: xwtao\_zhu@sina.com

手术并发症、后遗症和手术失败。手术并发症定义为非手术固有的不良事件;后遗症定义为手术固有的不良事件,手术失败则指未达到手术目的。并将所有并发症分为4个等级,Ⅰ级:预期的术后过程的改变,不危及生命,并且没有造成持久性残疾,该级别的并发症仅需在床旁进行处理,而不会显著延长住院时间;Ⅱ级:可能危及生命,但没有造成残疾或功能障碍的并发症;Ⅲ级:造成永久性残疾的并发症,包括器官切除或威胁生命的并发症;Ⅳ级:导致患者死亡的并发症<sup>[2]</sup>。为了验证该分级方法与实际并发症严重程度的相关性,研究者回顾性分析了650例择期胆囊切除术病例,使用该分级方法分析了改良的APACHE II作为术前预后评分的预测价值,结果表明该分级方法与严重程度存在较好相关性<sup>[2]</sup>。此后,这一分级系统在许多研究中得到应用,并且一直使用了12年。为了进一步提高准确性和在外科界的接受度,2004年DINDO等<sup>[3]</sup>在1992年的版本基础上,经过严格的重新评估和修改,开发了一种新的5级并发症分类系统,并正式命名为CDC。CDC与1992年提出的分级工具相似,CDC仍然主要依靠用于治疗并发症的治疗类型来进行分级。此外,CDC取消了以住院为标准,提高了涉及器官衰竭以及危及生命的并发症的严重性等级,增加了残疾的分级,在每一个分级后面加上后缀“d”表示由该等级并发症造成的残疾,残疾可以添加到任何一个分级中,进一步强调了患者的远期生活质量。

CLAVIEN与DINDO随后在接受择期普外科手术的6336例患者中对CDC进行了验证,向全球10个手术中心分别发送了2份问卷,对纳入患者的分级结果的可重复性和个人评估结果进行了评价,不同水平的144位外科医生匿名返回了调查问卷结果。其研究结果显示CDC与手术的复杂性( $P < 0.000 1$ )以及住院时间( $P < 0.000 1$ )显著相关,90%的并发症通过CDC得到了正确的分级,该分级评估工具被认为是简单的(92%)、可重复的(91%)、富有逻辑的(92%)、实用的(90%)和全面的(89%)<sup>[3]</sup>。5年评估报告结果显示:CDC已经得到了广泛使用,并且被认为是简单、有效的;7个中心使用CDC在对11种不同情况进行分级及排序方面有很高的一致性(89%);30种不同并发症的严重性与患者、护士和医生的分级相关( $P < 0.05$ )<sup>[4]</sup>。并且患者、医生、护士使用CDC对相同并发症进行分级,能够得到相似的结果,内在相关系数(intraclass correlation coefficients, ICC)分别为0.71、0.83、0.87<sup>[5]</sup>。

## 1.2 CDC的适用性

CDC是基于普外科择期手术结果开发的,已在大量的普外科手术中进行了验证<sup>[3,6-9]</sup>。CDC在骨科手术<sup>[10]</sup>(髌

关节、小儿骨科等)、头颈手术<sup>[11]</sup>、胸科手术<sup>[12]</sup>、整形手术、心脏手术、妇科手术等仍然适用<sup>[13,14]</sup>,也可用于急诊手术的患者<sup>[15]</sup>及危重患者<sup>[16]</sup>。WANG等证实CDC可以预测行根治性结肠癌切除术老年患者的远期总体生存率<sup>[17]</sup>,CDC还可用于比较开放和腹腔镜治疗胃癌的效果<sup>[18]</sup>。

目前CDC是国内外应用最广泛的术后并发症标准化报告及评估工具<sup>[12,19]</sup>,在欧洲、亚洲等地区及不同人群(小儿、成年人、老年人等)中均得到了应用<sup>[20-22]</sup>,欧洲泌尿外科学会2018年推荐将CDC作为泌尿外科手术术后并发症分级和报告的标准化方法<sup>[23]</sup>。

CDC在国内已广泛应用于泌尿外科、胃肠外科、普外科、肝脏外科等手术,不仅作为手术并发症的评估工具<sup>[24-28]</sup>,还将其作为比较不同手术方式<sup>[29-30]</sup>(开放式手术、腹腔镜、达芬奇机器人辅助手术)效果及预后的评价工具,除此之外,还作为术后的标准结局指标,分析其危险因素<sup>[31-32]</sup>,指导临床决策。但国内目前尚无验证CDC的临床相关性及其他重要结局指标相关性的研究。

## 1.3 CDC的优点

CDC系统首次对并发症进行了较为明确的定义,纳入了所有并发症并进行了分级,提供了一个标准化的报告工具,其存在如下优点:①使得报告结果的一致性提高;②使单个中心不同时间段的结果进行定量比较成为可能;③在不同中心之间可以比较相同手术方式的质量、结局的差异;④可以比较手术和非手术治疗措施的影响及结局;⑤使更多的研究结果能够合并以进行荟萃分析、二次分析等;⑥识别客观的术前危险因素;⑦建立术前预后评分标准。此外CDC使用简单、可靠,结果可重复<sup>[4]</sup>,消除了很多主观评价,使得该评估系统更加客观。

## 1.4 CDC的局限性

虽然CDC存在很多优点,但仍然存在一些局限性。①CDC对并发症的分级是基于对并发症进行治疗干预措施的类型进行分级,而对于不同的地区、不同水平的医生对相似情况可能会因为诊疗规范、指南、临床经验等不同而给予不同的处理措施(尤其是在Ⅰ级Ⅱ级并发症中),这可能造成不同研究之间较大的异质性,甚至互相矛盾的结论。②CDC对各种并发症没有进行明确的定义及分类,特别是一些困难病例的分级,准确分级依赖于研究者水平及研究者小组的内部共识。③CDC没有考虑患者术前的病情情况<sup>[33]</sup>,一些并发症很难判断是由于手术直接导致的还是由术前合并症引起的,而CDC仅仅考虑发生的并发症所需治疗的类型,这可能造成一些分级错误。④CDC通常是将分级最高的并发症作为最终并发症

的分级纳入结果分析,因此通常会忽略掉其他低分级的并发症,不能全面反映个体术后并发症的整体严重程度。对于最高分级相同而其余分级不同的患者来说,进行直接比较较为困难,通常只进行描述性分析,没有办法进行综合的定量直接比较。

## 2 CCI

### 2.1 CCI的发展现状及应用

CCI是由SLANKAMENAC等<sup>[34]</sup>在2013年首次提出,CCI是基于CDC的一种全新的连续量化评分分级工具。CCI纳入了患者发生的所有并发症,所有并发症按照CDC进行分级并计数,不同等级的并发症赋予了不同的权重值。通过参与研究的医生和患者对另外的472例被评估者发生的30种不同的并发症进行了评级和评分,将患者和医生的评分中位数的乘积作为每一等级并发症的权重值,然后按照并发症的数量求出其加权后的平方根的二分之一,即为CCI,值越小代表并发症严重程度越轻,值越大代表并发症越严重。CCI评估工具量化了所有并发症的总和,将不同等级并发症按其严重性加权,最终通过公式可以产生一个从0到100的连续数字,0代表没有并发症发生,死亡规定为100。CCI能够对单个患者的总体并发症的严重程度进行排序,并且研究显示将CCI作为结局终点比常用的发病率更为敏感<sup>[34-35]</sup>。

SLANKAMENAC等<sup>[34]</sup>在提出CCI之后,在1 299例患者的外部验证集中进行了验证,使用4种不同的方法评估了CCI对治疗效果的敏感性和有效性。结果显示,CCI在随机试验中检测治疗效果差异时非常敏感(与常规的发病率相比)。此外CCI还与患者术后健康状况存在负相关( $r = -0.24, P = 0.002$ ),并与医生和患者评估的单个或多个并发症的结果高度相关( $r = 0.94, P < 0.001$ )。

### 2.2 CCI的特点

SLANKAMENAC等<sup>[34]</sup>提供了一个可以自动计算出CCI值的在线网站([www.assessurgery.com](http://www.assessurgery.com)),从而使得其他研究者能够更加简单、方便的使用,无需根据复杂的公式进行计算,只需在网站上选择对应的分级情况即可自动计算出CCI。与CDC相比,CCI提供了一个连续的、量化的评分指标<sup>[36]</sup>,同时考虑了所有等级的并发症及其数量,并进行了加权综合量化,综合反映了患者术后并发症总体情况<sup>[37]</sup>。

CCI比传统死亡率、发病率等结局终点更加敏感<sup>[35, 38]</sup>,使用CCI作为结局终点可以降低样本量<sup>[35, 39]</sup>。在欧洲发布的3项随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)中对CCI进行了测试,比较CCI与传统结局指

标(例如:发病率、最严重的并发症)的敏感性、治疗效果和样本量计算。结果显示:使用任何并发症或最严重的并发症作为结局指标,3项RCT中均未显示组间差异,但使用CCI作为结局指标时,在胰腺癌( $P = 0.009$ )、结肠切除术( $P = 0.039$ )和食管癌手术( $P = 0.014$ )的RCT中均显示了组间差异的存在,此外以CCI作为结局指标比传统发病率作为结局指标所需的样本量降低了9倍<sup>[39]</sup>。

CCI与住院时间、医疗费用等存在较好的相关性,并能预测术后住院时间、医疗费用及远期生存率等。STAIGER等<sup>[40]</sup>前瞻性纳入了1 388例腹部手术患者,评估CCI与医疗费用的相关性,结果表明CCI与术后发病率以及医疗费用高度相关( $r = 0.75$ ),CCI与手术类型、年龄一样是患者医疗费用的新颖及可靠的预测指标,基于CCI的线性预测模型可以很好地预测医疗费用( $R^2 = 0.82$ )。使用CCI可以实现不同中心、手术类型之间的客观成本比较,或者随着时间的推移而进行医疗质量及费用的比较<sup>[40-41]</sup>,并且CCI与住院时间的相关性比CDC更高<sup>[38]</sup>,能更好地预测肝癌患者术后的住院时间及超长住院时间(曲线下面积(area under curve, AUC): 0.964 vs. 0.863)的发生<sup>[35]</sup>,CCI还可预测老年患者行根治性结肠癌切除术的术后远期生存率<sup>[17]</sup>。

### 2.3 CCI的适用性

CCI不仅可用于普外手术,还适用于心脏手术、肝癌切除术、直肠癌切除术等大手术。HEBERT等<sup>[42]</sup>研究显示CCI的增加与术前合并症、手术时间长、住院时间长和手术复杂性高存在相关性,可以准确地反映成人心脏手术术后病程的细微差别<sup>[42]</sup>。CCI不仅可以用于术后一次评估,还可在术后不同时间进行评价,计算累积CCI,评估随时间变化的术后并发症严重性变化情况<sup>[43]</sup>,连续监测手术质量<sup>[38, 44]</sup>。

当前国外已有大量研究探讨CCI与CDC的相关性,验证CCI是否可以取代CDC,以及CCI与CDC相比所存在的优势<sup>[45-47]</sup>。在普外外科手术、泌尿外科手术、肝癌切除术、肝移植手术、胃肠外科手术等领域进行了验证<sup>[48]</sup>。欧洲泌尿外科协会2020年推荐使用CCI评估行根治性膀胱切除术患者的术后短期并发症,以提高可比性和质量控制。一些研究认为CCI在敏感性、有效性、与术后并发症严重程度、医疗费用及住院时间<sup>[49]</sup>的相关性等方面均优于CDC<sup>[48, 50-51]</sup>。一些研究显示CCI在不同领域具有优良的预后预测能力<sup>[45-47]</sup>。LAI等<sup>[52]</sup>纳入了1 262例肝移植患者作为训练集,520例肝移植患者作为验证集,结果显示CCI对肝移植术后90 d(训练集: AUC= 0.94, 验证集: AUC= 0.77)和1年(训练集: AUC= 0.88, 验证集: AUC= 0.77)的存

活率的预测能力均优于( $P < 0.001$ )终末期肝病模型(model for end-stage liver disease, MELD)、供者年龄与终末期肝病模型(donor age and calculated preoperative MELD, D-MELD)、风险平衡(balance of risk, BAR)、早期同种异体移植功能障碍(early allograft dysfunction, EAD)等术前、术后预测模型。CCI目前的研究多集中于成年人及老年人,缺乏小儿等特殊群体中的验证研究,还有待进一步的研究明确。

目前国内对于术后并发症的报告还多采用CDC进行报告和评估,缺乏验证CCI与CDC在中国人群中的相关性的研究,较少研究使用CCI评估术后并发症<sup>[44,53]</sup>,但使用CCI作为结局指标的研究正在逐年增加。

#### 2.4 CCI的局限性

由于CCI是基于CDC开发的,并且在实际使用时必须先使用CDC对所有并发症进行分级,因此也存在一些局限性。例如:①分级依赖于对并发症的治疗措施,而不同中心、医生等对相同的并发症在实际中可能处理措施不一致,特别是在回顾性分析中可能对某些困难病例难以进行准确的分级。②如果使用CDC时发生错误,则CCI也会出现错误。③CCI同样只关注患者术后情况,没有关注术前合并症情况。④尽管CCI的开发者将最高值设定为100,且其代表死亡,但是其计算公式并不能保证最大值为100,可能出现患者存活但是CCI高于100(加权和大于40 000)的情况。⑤CCI的最佳临界值仍不清楚,需要未来的研究中进行寻找和明确<sup>[54]</sup>。

### 3 Bern-CCI

#### 3.1 Bern-CCI的发展现状及特点

尽管CCI的开发者将最高分设置为100(代表死亡),但是在实际中,发生较多的并发症的患者在未死亡时CCI值也可能超过100分,特别是在接受大手术的患者群体中,会出现较多CCI数值大于100,但患者存活的情况<sup>[34,55]</sup>。因此LÖFFEL等<sup>[55]</sup>在2020年提出了Bern-CCI, Bern-CCI对不同CDC并发症使用了与CCI一样的权重,但是计算公式采用了指数函数的形式,并且Bern-CCI将为治疗同一个并发症反复实施的治疗措施定义为发生了多个并发症。

Bern-CCI与CCI相比能够保证最高分数为100(死亡),LÖFFEL等<sup>[55]</sup>纳入了1 123例患者进行分析,结果显示Bern-CCI与CCI一样可以准确描述术后并发症的发病率和严重程度。Bern-CCI特别适合于纵向评估手术后的并发症,当患者需要反复实施同一种或几种完整的干预措施才能实现完全治愈时(例如吻合口狭窄),Bern-CCI将治疗同一个并发症反复实施的治疗措施定义为发生了多

个并发症,因此,手术后的不同时间点应用Bern-CCI公式可以对术后并发症发病情况进行精确的纵向测量。

#### 3.2 Bern-CCI的适用性及局限性

Bern-CCI是2020年基于成年患者泌尿外科手术进行开发的,由于开发时间较短,目前还没有研究显示其在其他手术及人群中的适用性。同时由于该公式使用了与CCI完全相同的权重值,在使用过程中仍需要使用CDC,因此,继承了一些前述CDC的缺点,其有效性、适用性等均有待进一步的研究明确及证实。

### 4 展望

CDC进行简单小幅度的修改可以更好的适应各种单一手术的术后评价,可能提高其准确性及敏感性<sup>[56]</sup>。例如:由SINK等<sup>[10]</sup>提出的适用于骨科手术的改良CDC,在头颈部、小儿骨科上肢、下肢、髋关节及脊柱手术等表现出良好的可靠性<sup>[56-58]</sup>,而CCI直接使用经过改良的CDC进行分级及最终计算得分是否准确、可靠,还需要进一步的研究明确。

一些研究表明CDC与CCI均与住院时间、住院费用等存在相关性,未来CDC及CCI可以在用于患者术后风险分层、预测住院时间及医保费用支出等方面进行深入研究,为制定医保政策、评估医疗服务质量、早期干预等提供重要依据指标。

CDC和CCI已在多个外科专业作为标准化术后并发症结局报告方法,在大量的研究中得到广泛应用,并且许多研究结果均表明CDC和CCI是可靠、简单、有效的标准化评估工具。但CCI和CDC仍存在一些局限性,CCI与CDC相比,已解决CDC存在的部分局限性,改进了术后并发症标准化报告及评估方法,提高了临床适应性,扩展了应用场景,但仍然存在改进空间,后续可从以下方面进行改进或开发新的评估工具。

#### 4.1 关注术前及术中合并症

CCI和CDC均只关注术后的情况,没有考虑患者术前及术中的情况<sup>[33]</sup>,因此仍然有待改进。例如患者术前可能存在轻度或中度贫血,术前或者术中是否输血治疗将影响术后贫血程度,将直接造成CDC分级不同。未来可以在CCI和CDC的基础上开发出考虑术前合并症、术中情况的术后并发症标准化评估及分级工具。

#### 4.2 明确定义常见并发症及其分级

CDC的分级依赖于对相应并发症处理的医疗措施,对具体并发症定义及其处理规范不清晰。不同诊疗中心、不同医生、不同地区、不同指南(不同地区、同一地区不同版本的指南)可能对于同一种相同并发症的处理

措施并不相同,这将导致分级不同甚至错误。此外,在回顾性研究中,研究者通常无法确切知道当时诊疗情况,因此仅仅按照处理措施进行分级并不能完全真实反映并发症的严重情况<sup>[59]</sup>,甚至可能因当时的治疗措施错误导致分级错误,最终得出错误的研究结论。因此,未来应该对并发症,特别是一些常见的并发症进行清晰的定义并提供分级<sup>[59]</sup>。

#### 4.3 改进计算最终结果的算法

CCI以及Bern-CCI均在CDC基础上创造性的提出了新的算法,综合考虑了所有并发症的累积效应,并且都展现出了优异性能,在敏感性、实用性与住院费用、住院时间等的相关性等方面均优于CDC。因此,未来可以探索使用其他算法(例如:对数函数、机器学习、人工智能等)来计算最终的结果或建模,开发出更加精准的新型评估工具。

#### 4.4 新的加权系统

CDC虽然对术后并发症进行了分级,但没有对每一分级设定相应的权重值,因而限制了不同等级并发症之间的比较(例如:3个Ⅰ级并发症和1个Ⅲ级并发症)。而CCI则是让参与研究的患者和医生对预先设定的并发症进行评分,双方评分的中位数的乘积作为每一等级并发症的权重值。该权重值没有考虑到医疗系统其他参与者的评价,因此后续研究可以纳入更多参与方(护理、医院管理人员、医保、第三方支付机构等)的评价及其他客观指标综合设定权重值<sup>[60]</sup>,开发新的加权系统。

\*            \*            \*

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] HORTON R. Surgical research or comic opera: Questions, but few answers. *Lancet*, 1996, 347(9007): 984-985.
- [2] CLAVIEN P A, SANABRIA J R, STRASBERG S M. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery*, 1992, 111(5): 518-526.
- [3] DINDO D, DEMARTINES N, CLAVIEN P A. Classification of surgical complications: A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*, 2004, 240(2): 205-213.
- [4] CLAVIEN P A, BARKUN J, DE OLIVEIRA M L, *et al*. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: Five-year experience. *Ann Surg*, 2009, 250(2): 187-196.
- [5] SLANKAMENAC K, GRAF R, PUHAN M A, *et al*. Perception of surgical complications among patients, nurses and physicians: A prospective cross-sectional survey. *Patient Saf Surg*, 2011, 5(1): 30-30.
- [6] DEOLIVEIRA M L, WINTER J M, SCHAFER M, *et al*. Assessment of complications after pancreatic surgery: A novel grading system applied to 633 patients undergoing pancreaticoduodenectomy. *Ann Surg*, 2006, 244(6): 931-937.
- [7] GONZALGO M L, PAVLOVICH C P, TROCK B J, *et al*. Classification and trends of perioperative morbidities following laparoscopic radical prostatectomy. *J Urol*, 2005, 174(1): 135-139.
- [8] YI N J, SUH K S, CHO J Y, *et al*. Three-quarters of right liver donors experienced postoperative complications. *Liver Transpl*, 2007, 13(6): 797-806.
- [9] MAZEH H, SAMET Y, ABU-WASEL B, *et al*. Application of a novel severity grading system for surgical complications after colorectal resection. *J Am Coll Surg*, 2009, 208(3): 355-361.
- [10] SINK E L, LEUNIG M, ZALTZ I, *et al*. Reliability of a complication classification system for orthopaedic surgery. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470(8): 2220-2226.
- [11] MONTEIRO E, SKLAR M C, ESKANDER A, *et al*. Assessment of the Clavien-Dindo classification system for complications in head and neck surgery. *Laryngoscope*, 2014, 124(12): 2726-2731.
- [12] 李鹏飞, 赖玉田, 周坤, 等. 应用Clavien-Dindo分级系统对肺癌患者术后并发症分级及危险因素分析. *中国肺癌杂志*, 2017, 20(4): 264-271.
- [13] CAMINO WILLHUBER G, SLULLITEL P, TAYPE ZAMBONI D, *et al*. Validation of a modified Clavien-Dindo Classification for postoperative complications in orthopedic surgery. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba*, 2020, 77(3): 161-167.
- [14] FINDEKLEE S, RADOSA J C, SCHAFHAUPT S, *et al*. Evaluating the use of Clavien-Dindo classification and Picker Patient Experience Questionnaire as quality indicators in gynecologic endoscopy. *Arch Gynecol Obstet*, 2019, 300(5): 1317-1324.
- [15] IDRIS A M, TFEIL Y, BABA J S, *et al*. Applicability of the Clavien-Dindo classification in the evaluation of postoperative complications at the Surgery Department of the National Hospital Center of Nouakchott: observational study of 834 cases. *Pan Afr Med J*, 2019, 33: 254[2022-02-17]. <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.33.254.18024>.
- [16] BOLLIGER M, KROEHNERT J A, MOLINEUS F, *et al*. Experiences with the standardized classification of surgical complications (Clavien-Dindo) in general surgery patients. *Eur Surg*, 2018, 50(6): 256-261.
- [17] WANG D, ZHANG J, BAI Z, *et al*. Associations of postoperative complications assessed by Clavien-Dindo Classification and comprehensive complication index with long-term overall survival in elderly patients after radical CRC resection. *Clin Interv Aging*, 2020, 15: 1939-1949.
- [18] LEE J H, PARK D J, KIM H H, *et al*. Comparison of complications after laparoscopy-assisted distal gastrectomy and open distal gastrectomy for gastric cancer using the Clavien-Dindo classification. *Surg Endosc*, 2012, 26(5): 1287-1295.
- [19] YOON P D, CHALASANI V, WOO H H. Use of Clavien-Dindo classification in reporting and grading complications after urological surgical procedures: analysis of 2010 to 2012. *J Urol*, 2013, 190(4): 1271-1274.
- [20] PANHOFER P, FERENC V, SCHÜTZ M, *et al*. Standardization of morbidity assessment in breast cancer surgery using the Clavien Dindo

- Classification. *Int J Surg*, 2014, 12(4): 334–339.
- [21] XIAO H, XIE P, ZHOU K, *et al*. Clavien-Dindo classification and risk factors of gastrectomy-related complications: an analysis of 1049 patients. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(5): 8262–8268.
- [22] SAGEN E, NAMNUAN R O, HEDELIN H, *et al*. The morbidity associated with a TURP procedure in routine clinical practice, as graded by the modified Clavien-Dindo system. *Scand J Urol*, 2019, 53(4): 240–245.
- [23] MITROPOULOS D, ARTIBANI W, BIYANI C S, *et al*. Validation of the Clavien-Dindo grading system in urology by the European Association of Urology Guidelines Ad Hoc Panel. *Eur Urol Focus*, 2018, 4(4): 608–613.
- [24] 尤祥云, 向振东, 易成, 等. Clavien-Dindo分级系统在泌尿外科的应用现状及前景. *国际泌尿系统杂志*, 2021, 41(1): 160–163.
- [25] 李树营, 曹子谦, 任宏, 等. Whipple术或保留幽门胰十二指肠切除术术后并发症发生的相关因素及其与Clavien-Dindo分级相关性临床研究. *陕西医学杂志*, 2018, 47(10): 1319–1321.
- [26] 马军, 张亚铭, 周潮平, 等. 直肠癌根治术后早期并发症的改良Clavien-Dindo分级和危险因素分析. *国际外科学杂志*, 2019, 46(8): 524–529.
- [27] 杨天池, 王孟龙. 采用Clavien-Dindo分级系统分析不同肝移植术式对肝衰竭患者术后早期严重并发症的影响. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2019, 8(6): 489–492.
- [28] 杨奕. Clavien-Dindo分级系统在消化外科的应用现状及前景. *外科理论与实践*, 2019, 24(2): 175–178.
- [29] 陈杰, 李政焰, 季刚, 等. 腹腔镜与开腹胃癌根治术后并发症的Clavien-Dindo分级及危险因素分析. *腹部外科*, 2020, 33(1): 34–41.
- [30] 陈为凯, 张安, 吴金玲, 等. Clavien-Dindo分级在达芬奇机器人手术系统和腹腔镜辅助全胃D2根治术后近期并发症评估中的应用价值. *中华消化外科杂志*, 2020, 19(9): 976–982.
- [31] 周晓峰, 杜华劲, 高学健, 等. 结肠癌根治术后并发症的Clavien-Dindo分级及其危险因素分析. *局解手术学杂志*, 2020, 29(7): 553–557.
- [32] 李敏哲, 李康悦, 沈荐, 等. 腹腔镜右半结肠癌完整结肠系膜切除术后并发症的Clavien-Dindo分级及影响因素分析. *中华胃肠外科杂志*, 2020, 23(1): 51–55.
- [33] MENTULA P J, LEPPÄNIEMI A K. Applicability of the Clavien-Dindo classification to emergency surgical procedures: A retrospective cohort study on 444 consecutive patients. *Patient Safe Surg*, 2014, 8: 31[2022-02-17]. <https://journals.asm.org/doi/full/10.1186/1754-9493-8-1>.
- [34] SLANKAMENAC K, GRAF R, BARKUN J, *et al*. The comprehensive complication index: A novel continuous scale to measure surgical morbidity. *Ann Surg*, 2013, 258(1): 1–7.
- [35] GIANI A, CIPRIANI F, FAMULARO S, *et al*. Performance of comprehensive complication index and Clavien-Dindo complication scoring system in liver surgery for hepatocellular carcinoma. *Cancers (Basel)*, 2020, 12(12): 3868.
- [36] KOWALEWSKI K F, MÜLLER D, MÜHLBAUER J, *et al*. The comprehensive complication index (CCI): Proposal of a new reporting standard for complications in major urological surgery. *World J Urol*, 2021, 39(5): 1631–1639.
- [37] VETTERLEIN M W, KLEMM J, GILD P, *et al*. Improving estimates of perioperative morbidity after radical cystectomy using the European Association of Urology quality criteria for standardized reporting and introducing the comprehensive complication index. *Eur Urol*, 2020, 77(1): 55–65.
- [38] KIM T H, SUH Y S, HUH Y J, *et al*. The comprehensive complication index (CCI) is a more sensitive complication index than the conventional Clavien-Dindo classification in radical gastric cancer surgery. *Gastric Cancer*, 2018, 21(1): 171–181.
- [39] SLANKAMENAC K, NEDERLOF N, PESSAUX P, *et al*. The comprehensive complication index: A novel and more sensitive endpoint for assessing outcome and reducing sample size in randomized controlled trials. *Ann Surg*, 2014, 260(5): 757–763.
- [40] STAIGER R D, CIMINO M, JAVED A, *et al*. The comprehensive complication index (CCI\*) is a novel cost assessment tool for surgical procedures. *Ann Surg*, 2018, 268(5): 784–791.
- [41] RAPTIS D A, HANNA T, MACHAIRAS N, *et al*. The economic burden of postoperative complications predicted by the comprehensive complication index in patients undergoing elective major hepatopancreaticobiliary surgery for malignancy—A prospective cost analysis. *In Vivo*, 2021, 35(2): 1065–1071.
- [42] HEBERT M, CARTIER R, DAGENAIS F, *et al*. Standardizing postoperative complications—Validating the Clavien-Dindo complications classification in cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 33(2): 443–451.
- [43] GEIGER S, KOCHER N, ILLINSKY D, *et al*. Comparison of the comprehensive complication index and Clavien-Dindo systems in predicting perioperative outcomes following radical nephroureterectomy. *Transl Androl Urol*, 2020, 9(4): 1780–1785.
- [44] ZHU F, FENG D, ZHANG T, *et al*. Toward a more sensitive endpoint for assessing postoperative complications in patients with inflammatory bowel disease: A comparison between comprehensive complication index (CCI) and clavien-dindo classification (CDC). *J Gastrointest Surg*, 2018, 22(9): 1593–1602.
- [45] YAMASHITA S, SHETH R A, NIEKAMP A S, *et al*. Comprehensive complication index predicts cancer-specific survival after resection of colorectal metastases independent of RAS mutational status. *Ann Surg*, 2017, 266(6): 1045–1054.
- [46] RÖSSLER F, SAPISOCHIN G, SONG G, *et al*. Defining benchmarks for major liver surgery: A multicenter analysis of 5202 living liver donors. *Ann Surg*, 2016, 264(3): 492–500.
- [47] KALISVAART M, DE HAAN J E, POLAK W G, *et al*. Comparison of postoperative outcomes between donation after circulatory death and donation after brain death liver transplantation using the comprehensive complication index. *Ann Surg*, 2017, 266(5): 772–778.
- [48] DE LA PLAZA LLAMAS R, VEGA Á H, FRAGUA R A L, *et al*. The cost of postoperative complications and economic validation of the comprehensive complication index: Prospective study. *Ann Surg*, 2021,

- 273(1): 112–120.
- [49] PADILLA E, LLÀCER-MILLÁN E, MEMBA R, *et al.* Comparison between comprehensive complication index (CCI) and Clavien-Dindo Classification (CDC) in laparoscopic single-stage treatment for common bile duct stones with concomitant gallstones. *HPB*, 2020, 22(Suppl 2): S274.
- [50] SMEYERS K M C I, SLANKAMENAC K, HOUBEN B, *et al.* Comparison of the Clavien-Dindo and comprehensive complication index systems for grading of surgical complications after colorectal resections. *Acta Chirur Belg*, 2021: 1–8. doi: [10.1080/00015458.2021.1920682](https://doi.org/10.1080/00015458.2021.1920682).
- [51] TAMINI N, BERNASCONI D, RIPAMONTI L, *et al.* Clinical validation of the comprehensive complication index in colon cancer surgery. *Cancers (Basel)*, 2021, 13(7): 1745.
- [52] LAI Q, MELANDRO F, NOWAK G, *et al.* The role of the comprehensive complication index for the prediction of survival after liver transplantation. *Updates Surg*, 2021, 73(1): 209–221.
- [53] 蒋小华. Clavien-Dindo并发症分级系统和并发症综合指数(CCI)评价胃癌手术后并发症及其比较. *临床与病理杂志*, 2015, 1(1): 62–62.
- [54] SHIMIZU S, SAITO H, KONO Y, *et al.* The prognostic significance of the comprehensive complication index in patients with gastric cancer. *Surg Today*, 2019, 49(11): 913–920.
- [55] LÖFFEL L M, GROSS T, SCHNEIDER M P, *et al.* Complication reporting with the Bern Comprehensive Complication Index CCI after open radical prostatectomy: A longitudinal long-term single-center study. *Urol Oncol*, 2020, 38(3): 79. e71–79. e78[2022-02-17]. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2019.09.021>.
- [56] JAN W L, CHEN H C, CHANG C C, *et al.* Modified Clavien-Dindo classification and outcome prediction in free flap reconstruction among patients with head and neck cancer. *J Clin Med*, 2020, 9(11): 3770–3770.
- [57] DODWELL E R, PATHY R, WIDMANN R F, *et al.* Reliability of the modified Clavien-Dindo-Sink complication classification system in pediatric orthopaedic surgery. *JB JS Open Access*, 2018, 3(4): e0020[2022-02-17]. <https://journals.asm.org/doi/full/10.2106/JBJS.OA.18.00020>.
- [58] ZHOU L, WILLOUGHBY K, STROBEL N, *et al.* Classifying adverse events following lower limb orthopaedic surgery in children with cerebral palsy: Reliability of the modified Clavien-Dindo system. *J Pediatr Orthop*, 2018, 38(10): e604–e609.
- [59] KATAYAMA H, KUROKAWA Y, NAKAMURA K, *et al.* Extended Clavien-Dindo classification of surgical complications: Japan Clinical Oncology Group postoperative complications criteria. *Surg Today*, 2016, 46(6): 668–685.
- [60] MITROPOULOS D, ARTIBANI W, GRAEFEN M, *et al.* Reporting and grading of complications after urologic surgical procedures: An ad hoc EAU guidelines panel assessment and recommendations. *Eur Urol*, 2012, 61(2): 341–349.

(2021 – 03 – 25收稿, 2022 – 02 – 18修回)

编辑 汤洁