

DOI: 10.20135/j.issn.1006-8147.2024.04.0328

论著

高危非肌层浸润性膀胱癌术后行膀胱热灌注化疗和卡介苗灌注治疗的对比研究

李泽宇, 张冠英, 张春锋, 宋伟航, 何岩

(新乡医学院第一附属医院泌尿外科二病区, 卫辉 453100)

摘要 目的:探讨膀胱热灌注化疗和卡介苗(BCG)膀胱灌注预防高危非肌层浸润性膀胱癌患者术后复发的安全性和有效性。方法:回顾性分析2019年8月—2021年8月在新乡医学院第一附属医院行经尿道膀胱肿瘤电切术,且术后行吉西他滨膀胱热灌注化疗(HIVEC-GEM)或BCG膀胱灌注的高危非肌层浸润性膀胱癌患者资料共74例,其中38例行HIVEC-GEM膀胱灌注(HIVEC-GEM组),36例行BCG膀胱灌注(BCG组),比较两组术后肿瘤复发率和进展率以及不良反应发生率。结果:两组术后6个月的复发率(5.26% vs. 2.78%, $\chi^2=0.002$)和进展率(5.26% vs. 2.78%, $\chi^2=0.002$)、术后12个月的复发率(13.16% vs. 8.33%, $\chi^2=0.086$)和进展率(10.53% vs. 8.33%, $\chi^2=0.006$)以及术后24个月的复发率(18.42% vs. 13.89%, $\chi^2=0.279$)和进展率(13.16% vs. 11.11%, $\chi^2=0.007$)差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),多种不良反应发生率之间的比较也无统计学意义(均 $P>0.05$)。结论:HIVEC-GEM的疗效和安全性与BCG膀胱灌注相当。

关键词 膀胱癌;膀胱热灌注化疗;卡介苗;吉西他滨

中图分类号 R699.5

文献标志码 A

文章编号 1006-8147(2024)04-0328-05

A comparative study of hyperthermic intravesical chemotherapy and Bacillus Calmette Guerin intravesical chemotherapy for high-risk non-muscular invasive bladder cancer after surgery

LI Zeyu, ZHANG Guanying, ZHANG Chunfeng, SONG Weihang, HE Yan

(Urology Department 2 of the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Weihui 453100, China)

Abstract Objective: To explore the safety and effectiveness of hyperthermic intravesical chemotherapy (HIVEC) and Bacillus Calmette Guerin (BCG) intravesical chemotherapy in preventing the postoperative recurrence of high-risk non-muscle invasive bladder cancer. **Methods:** This study retrospectively analyzed the clinical data of patients with high-risk non-muscle invasive bladder cancer who underwent transurethral resection of bladder tumor (TURBT) in the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical College from August 2019 to August 2021. These patients received postoperative hyperthermic intravesical chemotherapy with gemcitabine (HIVEC-GEM) or BCG intravesical chemotherapy. A total of 74 patients, with 38 undergoing HIVEC-GEM and 36 undergoing BCG therapy, were divided into the HIVEC-GEM group and the BCG group. The groups were compared based on the recurrence rate and progression rate of the tumor, as well as the incidence of adverse events. **Results:** The recurrence rates at 6 months (5.26% vs. 2.78%, $\chi^2=0.002$) and 12 months (13.16% vs. 8.33%, $\chi^2=0.086$) post-surgery, as well as the progression rates at 6 months (5.26% vs. 2.78%, $\chi^2=0.002$), 12 months (10.53% vs. 8.33%, $\chi^2=0.006$), and 24 months (13.16% vs. 11.11%, $\chi^2=0.086$) post-surgery, showed no significant difference between the two groups (all $P>0.05$). Additionally, there was no statistical significance in the incidence of multiple adverse events (all $P>0.05$). **Conclusion:** The efficacy and safety of HIVEC-GEM are comparable to those of BCG therapy.

Key words bladder cancer; hyperthermic intravesical chemotherapy; BCG; gemcitabine

膀胱癌是泌尿生殖系统常见的恶性肿瘤之一,就我国而言,位于泌尿生殖系统肿瘤发病率的第一位,约6.61/10万,就全球而言,位于第二位,仅次于前列腺癌^[1]。根据肿瘤浸润的深度,膀胱癌可分为非肌层浸润性膀胱癌(NMIBC)和肌层浸润性膀胱癌(MIBC)^[2]。对于NMIBC,可以行经尿道膀胱肿瘤电切术(TURBT),但术后约60%~70%的患者会复

发,其中,约10%~20%会进展^[3]。为降低TURBT后膀胱肿瘤的复发率和进展率,术后需辅助规律的膀胱灌注。根据欧洲泌尿外科协会(European Association of Urology, EAU)指南,高危NMIBC患者复发和进展的概率更高,强烈建议患者术后接受足够的BCG膀胱灌注治疗^[4]。但有些患者由于存在BCG禁忌或者BCG不耐受而不得不放弃该灌注方案。膀胱热灌注化疗(HIVEC)是目前比较先进的辅助膀胱灌注方法,通过机器设备,将加有化疗药物的灌注液传递至膀胱,并维持在(43±0.5)℃的恒温,热疗和

作者简介 李泽宇(1987-),男,主治医师,硕士,研究方向:泌尿系统肿瘤及前列腺疾病;通信作者:何岩, E-mail: Heyan497@sohu.com。

化疗药物协同增效,可更好的杀灭肿瘤细胞^[5]。可用于 HIVEC 的化疗药物有很多,如丝裂霉素、表柔比星、吉西他滨(GEM)等,但国内临床上最常用的是 GEM。通过查阅文献,笔者发现 HIVEC-GEM 在高危 NMIBC 患者中疗效和安全性的数据很少,因此本文回顾性分析 2019 年 8 月—2021 年 8 月在我院行 TURBT,且术后行 HIVEC-GEM 或 BCG 膀胱灌注的高危 NMIBC 患者资料,对比分析 HIVEC-GEM 和 BCG 膀胱灌注的疗效和安全性。

1 对象和方法

1.1 研究对象 收集 2019 年 8 月—2021 年 8 月行 TURBT,且术后行 HIVEC-GEM 或 BCG 膀胱灌注的膀胱癌患者资料。纳入标准:(1)影像学检查无淋巴结或远处转移者。(2)术后病理诊断为 NMIBC 者。(3)根据 EAU 指南,评为高危 NMIBC 者(不包括原位癌),即满足下列条件的任何一项:①T1 期肿瘤;②术后病理提示为高级别尿路上皮癌。③同时满足多发、复发和直径>3 cm 的 Ta 期低级别尿路上皮癌^[6]。(4)依从性强,术后按医嘱规律膀胱灌注,并定期复诊≥24 个月者。排除标准:(1)影像学检查有淋巴结或远处转移者。(2)病理提示为 MIBC、尿道或上尿路尿路上皮癌或非尿路上皮癌组织病理类型者。(3)原位癌。(4)根据 EAU 指南,评为低危或中危 NMIBC 者^[6]。(5)肿瘤不能被完全切除者。(6)依从性差,未按医嘱规律膀胱灌注或定期复诊者。共 74 例患者被纳入研究,38 例行 HIVEC-GEM,年龄(62.11±8.45)岁,戒烟或吸烟者 28 例,单发肿瘤者 29 例;36 例行 BCG 膀胱灌注,年龄(60.86±7.73)岁,戒烟或吸烟者 24 例,单发肿瘤者 28 例。分为 HIVEC-GEM 组(38 例)和 BCG 组(36 例)。

1.2 方法

1.2.1 膀胱灌注方法及疗程

1.2.1.1 BCG 常温膀胱灌注 灌注前先行结核菌素皮试,排除结核活动期,然后嘱患者排空膀胱,并避免大量饮水。将治疗用 BCG(成都生物制品研究所有限公司,国药准字 S20123007,规格 60 mg)120 mg 溶于 50 mL 0.9%氯化钠注射液。患者取仰卧位,常规消毒、铺无菌巾,顺利置入一次性导尿管,沿导尿管注入灌注液,然后拔出导尿管。嘱患者不断变换体位,并注意观察有无不适,2 h 后可嘱患者排出灌注液。灌注疗程:术后 1 周开始第 1 次 BCG 灌注,共 19 次,前 6 次为 1 次/周,中间 3 次改为 1 次/2 周,后 10 次改为 1 次/月。

1.2.1.2 GEM 膀胱热灌注及疗程 灌注前嘱患者排空膀胱,并避免大量饮水。患者取仰卧位,常规消

毒、铺无菌巾,顺利置入三腔导尿管,并暂时夹闭。连接 BR-TRG-II 型膀胱热灌注系统,将管路与三腔导尿管连接,确定进水管和出水管。将注射用 GEM(南京正大天晴制药有限公司,国药准字 H20093404,规格 0.2 mg)1.0 g 溶于 0.9%氯化钠注射液 1 000 mL 中,然后灌入热灌注袋内,加热,使其温度升高至 43℃左右,打开导尿管,膀胱热灌注系统调为循环模式,使热灌注液在膀胱内循环,循环时间为 1 h。灌注过程中注意观察患者有无不适,1 h 后关闭机器,拔除导尿管,嘱患者排出灌注液。灌注疗程:术后 1 周开始第 1 次热灌注,共 12 次,前 8 次为 1 次/周,后 4 次为 1 次/月。

1.2.2 术后复诊 术后 1 年内,每 3 个月复查 1 次血常规、尿常规、泌尿系彩超、膀胱镜及胸部 CT,1 年后改为每 6 个月复查 1 次。术后按膀胱灌注计划按时来院灌注,每次灌注时观察有无尿频、尿急、尿痛、血尿、尿路感染、发热及排尿困难等。

1.2.3 肿瘤复发及进展标准 肿瘤复发标准:复查膀胱镜发现膀胱内新生物,再次行 TURBT,术后病理提示为 NMIBC,且肿瘤分期、分级不高于上次。满足下列条件之一,即可认为肿瘤进展:(1)复查膀胱镜发现膀胱内新生物,再次 TURBT 后,术后病理虽然仍为 NMIBC,但肿瘤分期、分级高于上次。(2)复查膀胱镜发现膀胱内新生物,浸润较深或者肿瘤较大、较多,需行根治性全膀胱切除术。(3)复查膀胱镜发现膀胱内新生物,影像学检查发现局部有侵犯、淋巴结或远处有转移^[6]。

1.3 统计学处理 使用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;计数资料采用 $n(\%)$ 表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料的比较 两组患者在年龄、性别、吸烟状况、肿瘤分期以及肿瘤数量之间的差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 1。

2.2 两组患者术后不同时期复发率的比较 术后 24 个月内,HIVEC-GEM 组共复发 7 例,5 例再次行 TURBT,2 例行腹腔镜下根治性膀胱切除术,BCG 组共复发 5 例,2 例再次行 TURBT,3 例行腹腔镜下根治性膀胱切除术。两组患者术后 6 个月、12 个月以及 24 个月的复发率差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 2。

2.3 两组患者术后不同时期疾病进展率的比较 术后 24 个月内,HIVEC-GEM 组共 5 例肿瘤进展,1 例再次行 TURBT,术后肿瘤分期、分级高于上次;2

表 1 两组患者一般资料的比较[$\bar{x}\pm s, n(\%)$]

Tab.1 Comparison of general data between the two groups
[$\bar{x}\pm s, n(\%)$]

指标	HIVEC-GEM 组 (n=38)	BCG 组(n=36)	χ^2/t	P
年龄(岁)	62.11±8.45	60.86±7.73	0.661	0.546
性别			0.232	0.630
男性	30(78.95)	30(83.33)		
女性	8(21.05)	6(16.67)		
吸烟状况			0.436	0.509
无吸烟者	10(26.32)	12(31.58)		
戒烟或吸烟者	28(73.68)	24(66.67)		
肿瘤分期			0.188	0.665
Ta	15(39.47)	16(44.44)		
T1	23(60.53)	20(55.56)		
病理分级			0.072	0.788
低级别	5(13.16)	4(11.11)		
高级别	33(86.84)	32(88.89)		
肿瘤数量			0.022	0.881
单个	29(76.32)	28(77.78)		
多个(≥ 2 个)	9(23.68)	8(22.22)		

注:HIVEC:膀胱热灌注化疗;GEM:吉西他滨;BCG:卡介苗

表 2 两组患者术后复发率的比较[n(%)]

Tab.2 Comparison of postoperative recurrence rates between the two groups [n(%)]

组别	例数	术后 6 个月 复发率	术后 12 个月 复发率	术后 24 个月 复发率
HIVEC-GEM 组	38	2(5.26)	5(13.16)	7(18.42)
BCG 组	36	1(2.78)	3(8.33)	5(13.89)
χ^2		0.002	0.086	0.279
P		0.962	0.769	0.597

注:HIVEC:膀胱热灌注化疗;GEM:吉西他滨;BCG:卡介苗

例转为 MIBC,2 例出现淋巴结转移,均行腹腔镜下根治性膀胱切除术。BCG 组共 4 例肿瘤进展,3 例转为 MIBC,1 例出现淋巴结转移,均行腹腔镜下根治性膀胱切除术。两组患者术后 6 个月、12 个月以及 24 个月疾病进展率之间的差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),见表 3。

表 3 两组患者术后疾病进展率的比较[n(%)]

Tab.3 Comparison of postoperative disease progression rates between the two groups [n(%)]

组别	例数	术后 6 个月 进展率	术后 12 个月 进展率	术后 24 个月 进展率
HIVEC-GEM 组	38	2(5.26)	4(10.53)	5(13.16)
BCG 组	36	1(2.78)	3(8.33)	4(11.11)
χ^2		0.002	0.006	0.007
P		0.962	0.940	0.931

注:HIVEC:膀胱热灌注化疗;GEM:吉西他滨;BCG:卡介苗

2.4 两组患者术后膀胱灌注不良反应的比较 HIVEC-GEM 组尿频、尿急者 15 例,尿痛者 13 例;BCG 组尿频、尿急者 14 例,尿痛者 12 例,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。HIVEC-GEM 组和 BCG 组尿路感染者分别为 9 例和 11 例,口服头孢类抗生素后均治愈,差异无统计学意义($P>0.05$)。HIVEC-GEM 组血尿者 8 例,BCG 组 10 例,均为轻度血尿或者镜下血尿,多饮水后,血尿自行消失,差异无统计学意义($P>0.05$)。BCG 组出现发热 6 例,但与 HIVEC-GEM 组(发热 3 例)的差异也无统计学意义($P>0.05$)。HIVEC 组出现排尿困难 1 例,给予口服盐酸坦索罗辛缓释胶囊 0.2 mg,1 次/d,症状逐渐缓解,与 BCG 组(排尿困难 2 例)无统计学差异($P>0.05$),见表 4。

表 4 两组患者不良反应比较[n(%)]

Tab.4 Comparison of adverse events between the two groups
[n(%)]

不良反应	HIVEC-GEM 组 (n=38)	BCG 组(n=36)	χ^2/t	P
尿频、尿急	15(39.47)	14(38.89)	0.003	0.959
尿痛	13(34.21)	12(33.33)	0.006	0.936
尿路感染	9(23.68)	11(30.56)	0.443	0.506
血尿	8(21.05)	10(27.78)	0.454	0.500
发热	3(7.89)	6(16.67)	0.637	0.425
排尿困难	1(2.63)	2(5.56)	0.002	0.962

注:HIVEC:膀胱热灌注化疗;GEM:吉西他滨;BCG:卡介苗

3 讨论

初治的膀胱癌患者中,75%为 NMIBC,需行 TURBT,但术后容易复发,尤其是高危 NMIBC,复发率更高^[7]。为降低 TURBT 术后膀胱肿瘤的复发率,术后需辅助膀胱内灌注治疗,目前常用的灌注方法有两种:(1)化疗药物常温膀胱灌注,包括丝裂霉素、羟喜树碱、表柔比星、吉西他滨等。(2)BCG 膀胱内灌注。当然还有其他的方法正在研究中,如电化学灌注疗法、光动力治疗、热灌注治疗等^[8-10]。根据 EAU 指南,高危 NMIBC 患者,普通化疗药物灌注效果差,强烈建议给予 BCG 膀胱内灌注治疗^[4]。但对于存在 BCG 禁忌或者 BCG 不耐受的患者,急需替代灌注方案。笔者查阅文献,发现膀胱 HIVEC 有可能成为这一替代方案^[11]。

膀胱 HIVEC 是使用体腔热灌注治疗仪将添加有化疗药物的 0.9%氯化钠注射液加热至 43℃左右,并在膀胱内不断循环,实现热疗,并增加化疗药物的功效。其主要通过以下机制发挥作用:(1)在 43℃左右的环境下,肿瘤细胞的 DNA 修复减弱,细胞膜的通透性增加,更多的化疗药物可以进入细胞^[12]。(2)持续的温度升高,可使肿瘤细胞缺氧加重,出现

酸中毒等,引起肿瘤细胞死亡^[13]。(3)热环境也可激活机体的免疫功能,协助杀伤肿瘤细胞^[14]。HIVEC最早应用于腹腔,例如胃癌、结直肠癌、卵巢癌等术后腹膜转移者,后来才应用于膀胱癌,也取得了很好的效果^[15]。Magalhães 等^[16]在中高危肌层浸润性膀胱癌中进行了一项研究,表明 HIVEC 是一种安全且耐受性良好的治疗方法。

本研究显示:HIVEC-GEM 组与 BCG 组在术后 6 个月、12 个月及 24 个月的肿瘤复发率和进展率之间的差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),灌注治疗期间各种不良反应之间的差异也无统计学意义(均 $P>0.05$)。说明 HIVEC-GEM 与 BCG 膀胱灌注的疗效和安全性相当,也许可以作为有 BCG 禁忌或者 BCG 不耐受患者的替代治疗,与文献报道结果相似。Guerrero-Ramos 等^[17]于 2022 年进行了一次随机临床试验,表明丝裂霉素 HIVEC 与 BCG 膀胱内灌注具有相同的疗效和安全性。Luo 等^[18]进行了一项系统性综述和荟萃分析,结果表明膀胱 HIVEC 在减少肿瘤复发和延缓肿瘤进展方面的效果优于膀胱常温灌注化疗,但可增加并发症的发生率。对于 BCG 灌注治疗失败的患者,HIVEC 治疗的 1 年无复发生存率为 63%,也有一定的效果,但仍有 13% 的患者进展为 MIBC,所以,若 BCG 灌注治疗失败,仍首选行根治性膀胱切除术,HIVEC 应慎重选择^[19]。

BCG 膀胱灌注有 1 年方案,也有 3 年方案,本中心为 1 年方案。Pazir 等^[9]进行了一项配对分析研究,把高危非 NMIBC 患者分为丝裂霉素-HIVEC 组与 BCG 组,BCG 组采用 3 年方案,中位随访时间分别为 32 个月和 28 个月($P=0.11$),结果表明它们之间的疗效和安全性是相似的,这一结果与笔者的研究一致,但本研究使用的是不同的化疗药物,关于不同化疗药物在膀胱热灌注中的作用,文献少有报道,有待进一步研究。

膀胱热灌注化疗相较于 BCG 膀胱灌注,没有表现出更好的疗效,仅仅是与它们的疗效相当,而且治疗费用较高,所以膀胱热灌注化疗在临床上的使用需要评估利是否大于弊^[20]。对于 BCG 不耐受或者有禁忌的患者,可以选择膀胱热灌注化疗。

综上所述,目前预防高危 NMIBC 患者 TURBT 术后复发的最佳方案仍是 BCG 膀胱内灌注。对于 BCG 不耐受或有 BCG 禁忌的患者,GEM-HIVEC 也许是一个很好的选择,因为它与 BCG 膀胱内灌注有相似的疗效和安全性,然而本研究为单中心回顾性研究,且样本量小,仍需要更多前瞻性、大样本以及多中心的研究。

参考文献:

- [1] FERLAY J, SOERJOMATARAM I, DIKSHIT R, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012[J]. *Int J Cancer*, 2015, 136(5): E359 - E386.
- [2] KAFKASLI A, YAZICI O, CAN U, et al. Testosterone status is not associated with bladder cancer parameters in adult male patients: results of a prospective controlled study[J]. *Aging Male*, 2021, 24(1): 101-105.
- [3] GONTERO P, SYLVESTER R, PISANO F, et al. Prognostic factors and risk groups in T1G3 non-muscle-invasive bladder cancer patients initially treated with Bacillus Calmette-Guérin: results of a retrospective multicenter study of 2451 patients[J]. *Eur Urol*, 2015, 67(1): 74-82.
- [4] BABJUK M, BURGER M, CAPOUN O, et al. European Association of Urology Guidelines on non-muscle-invasive bladder cancer (Ta, T1, and carcinoma in situ)[J]. *Eur Urol*, 2022, 81(1): 75-94.
- [5] PLATA A, GUERRERO-RAMOS F, GARCIA C, et al. Long-term experience with hyperthermic chemotherapy (HIVEC) using mitomycin-c in patients with non-muscle invasive bladder cancer in Spain[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(21): 5105.
- [6] PAZIR Y, ESMERAY A, CAGLAR U, et al. Comparison of hyperthermic intravesical chemotherapy and bacillus calmette-guerin therapy in high-risk non-muscle invasive bladder cancer: a matched-pair analysis[J]. *Int Urol Nephrol*, 2024, 56(3): 957-963.
- [7] SIKIC D, TAUBERT H, WIRTZ R M, et al. High androgen receptor mRNA expression is associated with improved outcome in patients with high-risk non-muscle-invasive bladder cancer[J]. *Life (Basel)*, 2021, 11(7): 642.
- [8] DI STASI S M, GIANNANTONI A, GIURIOLI A, et al. Sequential BCG and electromotive mitomycin versus BCG alone for high-risk superficial bladder cancer: a randomised controlled trial[J]. *Lancet Oncol*, 2006, 7(1): 43-51.
- [9] BERGER A P, STEINER H, STENZL A, et al. Photodynamic therapy with intravesical instillation of 5-aminolevulinic acid for patients with recurrent superficial bladder cancer: a single-center study[J]. *Urology*, 2003, 61(2): 338-341.
- [10] ARENDS T J, NATIV O, MAFFEZZINI M, et al. Results of a randomised controlled trial comparing intravesical chemohyperthermia with mitomycin c versus bacillus calmette-guérin for adjuvant treatment of patients with intermediate- and high-risk non-muscle-invasive bladder cancer[J]. *Eur Urol*, 2016, 69(6): 1046-1052.
- [11] LONGO T A, GOPALAKRISHNA A, TSIVIAN M, et al. A systematic review of regional hyperthermia therapy in bladder cancer[J]. *Int J Hyperthermia*, 2016, 32(4): 381-389.
- [12] ARRABAL POLO M Á, MELGAREJO SEGURA M T, YÁÑEZ CAST-ILLO Y, et al. Adjuvant intravesical treatment in patients with intermediate and high-risk non-muscle-invasive bladder cancer with BCG versus MMC applied with COMBAT or EMDA. Results of a prospective study[J]. *J Cancer Res Clin Oncol*, 2023, 149(10): 7453-7459.
- [13] EFILOČLU Ć, BAYRAK Ć, TURAN T, et al. Thermal intravesical

(下转第 370 页)

- scoliosis[J]. *BMJ*, 2013, 346: f2508.
- [2] CHOUDHRY M N, AHMAD Z, VERMA R. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Open Orthop J*, 2016, 10: 143–154.
- [3] KUZNIA A L, HERNANDEZ A K, LEE L U. Adolescent idiopathic scoliosis: common questions and answers[J]. *Am Fam Physician*, 2020, 101(1): 19–23.
- [4] HORNE J P, FLANNERY R, USMAN S. Adolescent idiopathic scoliosis: diagnosis and management[J]. *Am Fam Physician*, 2014, 89(3): 193–198.
- [5] WAJCHENBERG M, ASTUR N, KANAS M, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: current concepts on neurological and muscular etiologies[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11: 4.
- [6] QIU Y, ZHU F, WANG B, et al. Clinical etiological classification of scoliosis: report of 1289 cases[J]. *Orthop Surg*, 2009, 1(1): 12–16.
- [7] QIU J, LIU J, BI Z, et al. An investigation of 2D spine magnetic resonance imaging (MRI) with compressed sensing (CS)[J]. *Skeletal Radiol*, 2022, 51(6): 1273–1283.
- [8] FRITZ J. Musculoskeletal 3D MRI: a decade of developments and innovations coming to fruition[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2021, 25(3): 379–380.
- [9] NARAGHI A, WHITE L M. Three-dimensional MRI of the musculoskeletal system[J]. *Am J Roentgenol*, 2012, 199(3): W283–W293.
- [10] GEETHANATH S, REDDY R, KONAR A S, et al. Compressed sensing MRI: a review[J]. *Crit Rev Biomed Eng*, 2013, 41(3): 183–204.
- [11] YE J C. Compressed sensing MRI: a review from signal processing perspective[J]. *BMC Biomed Eng*, 2019, 1: 8.
- [12] JASPAN O N, FLEYSHER R, LIPTON M L. Compressed sensing MRI: a review of the clinical literature[J]. *Br J Radiol*, 2015, 88(1056): 20150487.
- [13] 李烁, 王效春. 压缩感知磁共振成像技术的临床应用进展[J]. *磁共振成像*, 2023, 14(12): 198–202.
- [14] JAMIESON S. Likert scales: how to (ab)use them[J]. *Med Educ*, 2004, 38(12): 1217–1218.
- [15] CONSTANTINIDES C D, ATALAR E, MCVEIGH E R. Signal-to-noise measurements in magnitude images from NMR phased arrays[J]. *Magn Reson Med*, 1997, 38(5): 852–857.
- [16] ADDAI D, ZARKOS J, BOWEY A J. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Childs Nerv Syst*, 2020, 36(6): 1111–1119.
- [17] LAO L F, CHEN Z G, QIU G X, et al. Whole-spine magnetic resonance imaging study in healthy Chinese adolescents[J]. *Orthop Surg*, 2013, 5(3): 164–170.
- [18] NUDELMAN B, MITTAL A, ROSINSKI A, et al. Whole-spine magnetic resonance imaging: a review of suggested indications[J]. *JBJS Rev*, 2021, 9(7): e20.00267.
- [19] SAHR M, TAN E T, SNEAG D B. 3D MRI of the spine[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2021, 25(3): 433–440.
- [20] FENG L, BENKERT T, BLOCK K T, et al. Compressed sensing for body MRI[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 45(4): 966–987.
- [21] YANG J, JIN T, XIAO C, et al. Compressed sensing radar imaging: fundamentals, challenges, and advances[J]. *Sensors (Basel)*, 2019, 19(14): 3100.
- [22] ZHU L, WU X, SUN Z, et al. Compressed-sensing accelerated 3-dimensional magnetic resonance cholangiopancreatography: application in suspected pancreatic diseases[J]. *Invest Radiol*, 2018, 53(3): 150–157.

(2024-01-11 收稿)

(上接第 331 页)

- chemotherapy in adjuvant treatment of high risk non-muscle invasive bladder cancer[J]. *Arch Esp Urol*, 2021, 74(9): 875–882.
- [14] FREY B, WEISS E M, RUBNER Y, et al. Old and new facts about hyperthermia-induced modulations of the immune system[J]. *Int J Hyperthermia*, 2012, 28(6): 528–542.
- [15] GILL R S, AL-ADRA D P, NAGENDRAN J, et al. Treatment of gastric cancer with peritoneal carcinomatosis by cytoreductive surgery and HIPEC: a systematic review of survival, mortality, and morbidity[J]. *J Surg Oncol*, 2011, 104(6): 692–698.
- [16] MAGALHÃES J C, SOUSA M, BASTO R, et al. Adjuvant hyperthermic intravesical chemotherapy in intermediate- and high-risk non-muscle invasive bladder cancer[J]. *Cureus*, 2023, 15(9): e45672.
- [17] GUERRERO-RAMOS F, GONZÁLEZ-PADILLA D A, GONZÁLEZ-DÍAZ A, et al. Recirculating hyperthermic intravesical chemotherapy with mitomycin C (HIVEC) versus BCG in high-risk non-muscle-invasive bladder cancer: results of the HIVEC-HR randomized clinical trial[J]. *World J Urol*, 2022, 40(4): 999–1004.
- [18] LUO J, GUO L, CHEN L, et al. Efficacy and safety of HIVEC versus ETFT in non-muscle-invasive bladder cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Asian J Surg*, 2024, 47(1): 665–668.
- [19] PIGNOT G, BABOUDJIAN M, LEBACLE C, et al. Efficacy of hyperthermic intravesical chemotherapy (HIVEC) in patients with non-muscle invasive bladder cancer after BCG failure[J]. *World J Urol*, 2023, 41(11): 3195–3203.
- [20] CERRATO C, ROUPRET M, MIR M C. Results from HIVEC-II for intermediate-risk non-muscle-invasive bladder cancer: is this a dead end for mitomycin C hyperthermia[J]. *Eur Urol*, 2023; 83(6): 505–507.

(2024-01-03 收稿)