

骨科手术中BCIS预防和处理的研究进展

贾迎奥¹, 王 飞^{2*}, 陈梦飞¹, 梁嘉文¹

¹延安大学医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院骨科, 陕西 延安

收稿日期: 2025年6月17日; 录用日期: 2025年7月9日; 发布日期: 2025年7月18日

摘 要

骨水泥植入综合征(BCIS)是涉及加压骨水泥的骨科手术中公认的且可能致命的并发症, 该综合征主要见于骨水泥型关节置换术中。骨水泥型关节置换术作为骨科常用且有效的治疗手段, 在临床应用广泛。然而, 值得注意的是, 关节置换术中使用骨水泥可能会引发骨水泥植入综合征(BCIS), 如手术中不能正确识别及处理该综合征可能会导致患者缺氧、全身性低血压、肺动脉高压、心律失常, 甚至意识丧失和心脏骤停。因此, 在手术中正确预防和处理BCIS对患者的生命安全具有重要意义。本文旨在综合分析骨水泥植入综合征预防和处理的研究进展, 正确识别发生BCIS的高危因素, 概述各种预防措施及处理方法, 以期为临床骨水泥植入综合征预防和处理提供参考。

关键词

骨水泥植入综合征, 关节置换术, 骨科, 手术

Research Progress on the Prevention and Management of BCIS in Orthopedic Surgery

Ying'ao Jia¹, Fei Wang^{2*}, Mengfei Chen¹, Jiawen Liang¹

¹Medical College of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Jun. 17th, 2025; accepted: Jul. 9th, 2025; published: Jul. 18th, 2025

Abstract

Bone cement implantation syndrome (BCIS) is a recognized and potentially fatal complication in orthopedic surgeries involving compressed bone cement, and this syndrome is mainly seen in bone cement-type joint replacement surgeries. Bone cement-based joint replacement surgery, as a com-

*通讯作者。

文章引用: 贾迎奥, 王飞, 陈梦飞, 梁嘉文. 骨科手术中 BCIS 预防和处理的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(7): 1241-1246. DOI: 10.12677/acm.2025.1572119

monly used and effective treatment method in orthopedics, is widely applied in clinical practice. However, it is worth noting that the use of bone cement during joint replacement surgery may cause bone cement implantation syndrome (BCIS). If this syndrome is not correctly identified and managed during the operation, it may lead to hypoxia, systemic hypotension, pulmonary hypertension, arrhythmia, and even loss of consciousness and cardiac arrest in patients. Therefore, the correct prevention and management of BCIS during surgery is of great significance to the life safety of patients. This article aims to comprehensively analyze the research progress in the prevention and treatment of bone cement implantation syndrome, correctly identify the high-risk factors for the occurrence of BCIS, and summarize various preventive measures and treatment methods, with the expectation of providing a reference for the prevention and treatment of bone cement implantation syndrome in clinical practice.

Keywords

Bone Cement Implantation Syndrome, Arthroplasty, Orthopedics, Surgery

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. BCIS 预防和处理的必要性和重要性

随着人工关节置换技术的不断发展,关节置换手术已成为骨科相当重要的治疗手段。该综合征(BCIS)多见于骨水泥型髋关节置换术及膝关节置换术中[1]。其中,髋关节置换术因其确切的临床疗效,在老年股骨颈骨折的治疗中应用尤为广泛。临床上,如何预防和及时处理 BCIS 已成为骨科围术期管理的重点与难点。BCIS 与低血压、心率升高或降低以及血氧饱和度降低有关,在严重的情况下,骨水泥放置过程中髓内压升高可能会因脂肪、骨髓、空气或骨水泥引起肺栓塞[2]。肺动脉阻力的急剧增加和由此引发的肺内分流可导致右心室劳损甚至右心衰竭,甚至患者死亡[3]。在创伤性手术中 BCIS 死亡率高达 0.17% [4],严重 BCIS 患者 30 天死亡风险增加 3.46 倍[5]。在髋关节置换术中骨水泥植入时,脂肪或聚甲基丙烯酸甲酯碎片,尤其是对心脏有严重毒性的单体丙烯酸甲酯进入血液时,会导致严重事故甚至死亡。这种现象被唐纳森等人命名为骨水泥植入综合征(BCIS)。据相关文献报道,在髋关节置换术骨水泥填充期间发生 BCIS 的事故率为 0.19%,死亡率为 0.05%。据国家髋部骨折数据库的报告显示,于英格兰、威尔士以及北爱尔兰地区,髋部骨折后骨水泥关节置换术的实施比例从 2012 年 4 月的 74%攀升至 2020 年 4 月的 92%。不过在 2019 年,不同医院的该比例跨度较大,处于 16%至 100%之间。这种在实际操作中的差异,由于一些具有争议性的报纸标题,如“killer cement”“poor science”等报道而进一步加剧。2014 年的患者安全报告也着重指出,此类手术导致死亡的发生率呈上升趋势[6]。特定人群在髋关节置换术中发生 BCIS 的风险会显著升高。高龄患者(年龄 > 75 岁)由于身体机能的衰退,各器官功能逐渐减弱,对手术的耐受性降低,使得他们在手术过程中更容易受到 BCIS 的影响。美国麻醉医师协会(ASA)分级为 III~IV 级的患者,通常伴有较为严重的基础疾病,身体状况较差,这也增加了 BCIS 发生的可能性。肾功能不全患者,其肾脏的代谢和排泄功能出现障碍,可能会影响骨水泥在体内的代谢和清除,进而增加了 BCIS 的发病风险。骨质疏松患者,骨骼的质量和强度下降,手术操作过程中可能更容易引发一系列病理生理变化,从而导致 BCIS 的发生。相关研究[7][8]均明确指出了这些高危因素,临床医生在进行髋关节置换术之前,应对患者进行全面的评估,识别高危人群,并制定个性化的手术和围手术期管理方案,以降低 BCIS 的发生风险。

综上所述, 正确预防和处理术中发生骨水泥植入综合征对患者的生命健康具有重要的临床意义。

2. 发病机制

骨水泥的主要成分是 PMMA (甲基丙烯酸甲酯), 在植入过程中会导致髓腔高温和高压。骨水泥、脂肪颗粒和空气栓子进入血液会导致复杂的生理过程。Charnley 表示自引入丙烯酸水泥来密封金属髋关节假体以来, 对人类和动物的研究表明, 神经源性刺激以及凝血的大量局部和全身激活是由植入水泥和其他组织释放物质中的有毒单体甲基丙烯酸甲酯引起的手术骨髓损伤和化学细胞破坏引起的。来自手术部位的静脉血源性细胞片段和活化细胞的结合物被隔离并捕获在肺微循环中。肺循环中发生严重的高凝状态。高凝血被传递到动脉侧, 可能导致血管闭塞和器官损伤。这一过程可能会影响大脑、心脏和肾脏, 并通过释放血管活性物质引入血流动力学失衡, 从而导致易感人群(如老年髋部骨折患者)的致命结果。导致这些偶尔破坏性结果的主要潜在病理生理过程是由固化骨水泥和几种血管活性物质释放的有毒物质引起的凝血和细胞破坏的实质性激活[9]。目前骨水泥的植入已被证明会增加 PVRI (肺血管阻力指数) 和右心室后负荷, 但 BCIS 的发病机制尚不清楚。主要假说是栓塞性假说、过敏反应假说和 PMMA 毒性假说。

2.1. 栓塞假说

栓塞学说是 BCIS 的主要学说。然而, 大多数从骨水泥中脱落的微栓子直径较小, 仅阻塞微血管。因此, 是否应考虑脱落的微栓子是否刺激凝血系统导致血栓聚集, 或者是否应考虑炎症介质的激活导致血管炎性病变导致血栓聚集[10]。根据 Morda 等人的说法得出的结论是, 凝血变化不是确定 BCIS 的原因或因素, 但该研究存在一些局限性, 大多数 BCIS 发生在 3 分钟内(粘液丝期), 这与肺栓塞发生的时间有显著差异。栓塞理论很难说服所有研究人员, 但继发于肺动脉压升高的右心室衰竭被认为是全身性低血压和心脏骤停的主要原因[11]。

2.2. 过敏反应假说

BCIS 的临床症状与过敏反应相似, 包括血压降低、心率加快和体温降低。一项研究据报道, 用氯马斯汀和西咪替丁(H_1 和 H_2 拮抗剂)阻断组胺受体后具有适度的保护作用, 然而, 这些发现未能在随后的调查中得到证实[12][13]。根据目前的证据, 虽然组胺可能在 BCIS 的发病机制中起作用, 但它是否是这种情况的唯一原因仍尚无定论。

2.3. PMMA 毒性假说

PMMA 具有显著的循环和凝血毒性, 包括对骨水泥本身的单毒性反应, 例如对心肌、内皮细胞和离子通道的影响。它还包括在水泥凝固过程中发生的大量热反应。热反应作用于骨细胞表面, 导致局部组织坏死, 大量坏死组织与释放的组胺和前列腺素一起进一步恶化循环和凝血系统紊乱。然而, PMMA 的毒性与其理化性质和血液输送有关, 研究表明, PMMA 的使用量不足以引起 BCIS [13]。

3. 预防措施

为降低骨水泥植入综合征(BCIS)的风险, 多种手术策略可供选择。例如在髋关节置换术中, 采用非骨水泥假体被视为规避 BCIS 的一项重要手段。然而, 研究证据表明, 骨水泥固定方式在髋部骨折治疗中可能带来更优的临床效果。相关比较研究显示, 相较于非骨水泥技术, 骨水泥型关节置换术能更有效地缓解术后疼痛, 提升患者活动功能, 并减少远期翻修需求[14]。因此, 在需要选择骨水泥固定的情况下, 可采取以下针对性措施以降低 BCIS 风险: ① 假体选择与准备: 优先考虑短柄设计假体。② 骨水泥处理: 选用低黏度骨水泥, 并在混合过程中应用真空搅拌技术(而非高压混合)。此技术能显著减少骨水泥内部孔

隙,从而降低孔隙率。这不仅增强了骨水泥的机械强度与均一性,减少了松动或断裂风险,更重要的是,通过降低孔隙率,可有效减少因骨水泥单体及碎屑导致的栓塞负荷,并限制挥发性气体的释放。③ 术中操作:在置入假体前,务必对股骨髓腔进行彻底灌洗并严格止血。使用骨水泥枪进行骨水泥的逆行注入有助于隔离骨髓内容物,并在整个髓腔内形成更均匀且较低的压力环境,进而减少 BCIS 的发生风险[15]。

张富荣等人认为在骨水泥型人工髋关节置换术中乌司他丁联合微量肾上腺素静脉泵入能有效预防 BCIS 的发生,在该研究中,骨水泥注入后,患者 SBP(收缩压)、DBP(舒张压)较注入前均有所下降,其中对照组 SBP 及 DBP 下降最为明显,低血压发生率高于干预组($P < 0.05$)。该研究发现,微量肾上腺素联合乌司他丁却能有效维持血流动力学的稳定,并且能显著减少低血压的发生及降低患者术后入住 ICU 的概率。本研究结果与外科用盐酸肾上腺素(1:10,000)冲洗骨髓腔有相似的临床结果(即减少血流动力学的波动),推测其与盐酸肾上腺素通过微血管进入骨髓腔后能有效地预防骨水泥肺栓塞的发生有关。再者,乌司他丁能稳定溶酶体膜、细胞膜等膜性结构,显著调控炎症因子、改善凝血功能及预防深静脉血栓形成。张富荣等人推测本研究中预防 BCIS 的原因可能有:① 微量肾上腺素持续静脉泵注,肾上腺素能维持一定的血药浓度,对于骨水泥这一可能的致敏物质具有抗过敏作用;② 肾上腺素收缩骨髓腔内的微小血管,减少骨水泥进入血液,从而减少肺栓塞;③ 骨水泥进入血液后会大量破坏细胞膜等结构,而乌司他丁却可以稳定细胞膜、减少溶酶体膜的破裂及减少溶酶体内大量水解酶的释放,从而有效地减少组织损伤,降低心肌细胞毒性,减少心肌损害;④ 乌司他丁能对抗骨水泥引起的血细胞损伤,进而改善凝血功能,有效地减少微血栓形成,改善组织灌注及氧合,还能够有效控制炎症反应的瀑布效应[16]。

BCIS 致死率非常高,在围术期采取积极有效的预防措施显得尤为重要:① 尽可能完善术前检查,正确评估高危患者心、肺、肝、肾等重要脏器的功能,如有异常及时纠正,提高患者麻醉、手术耐受力。给老年人实施关节置换术应由经验丰富的外科医生和麻醉医生共同协助完成。减少术中出血和止血带的使用时间,有助于减少老年人关节置换术中及术后并发症的发生。② 术前谈话言明骨水泥毒性反应的风险,取得患者及家属的理解,减少医疗纠纷。③ 术前常规留置深、浅两条静脉通路,方便紧急输血和补液。麻醉医生必须对骨水泥反应有足够的认识和重视,放置骨水泥时严密监测患者各项生命体征的变化,备好急救药物。骨水泥植入血压下降发生早、速度快、幅度大。所以置入骨水泥前常规输注液体约 1000~1500 mL 以补充足够的血容量,高危患者可预防性应用升压药,维持血压稍高于正常水平。术中最好监测有创动脉血压和中心静脉压、呼气末 CO_2 分压及应用经食管多普勒超声,有利于及早发现 BCIS 征象。④ 早期预防性应用糖皮质激素如甲强龙、地塞米松和组胺拮抗剂等药物可能对 BCIS 有一定的预防作用。⑤ 注意麻醉深浅以及麻醉方式的选择,全身麻醉与椎管内麻醉各有优缺点。⑥ 严格掌握骨水泥应用技术,尽可能应用第三代真空骨水泥技术,在插入股骨柄时,它可以减少脂肪、骨髓和骨碎屑通过股骨静脉回流系统的转移,能很好地预防术中低血压,对氧饱和度、氧分压的影响较小,可以预防肺损害的发生,对既往存在心肺疾病的患者非常适用。骨水泥预先聚合,反应至面团期注入,尽量降低骨水泥混合后的温度,最大程度释放单体的毒性。放置骨水泥前将骨髓腔内的残留物质冲洗干净,灌入髓腔时应保持接触面干燥无血,并将多余的骨水泥清除,植入时应轻柔用力。髓腔排气、骨水泥枪逆行注入骨水泥,防止髓腔内高压。如果存在心肺功能障碍,避免双侧髋关节置换术。对高危患者,可采用非骨水泥型假体以避免死亡。⑦ 肺骨水泥栓塞是关节置换术中一种潜在的严重并发症。如果患者在手术后有胸痛或呼吸困难,应立即进行胸片和可能的晚期胸部成像研究[17]。

4. 处理措施

骨水泥植入综合征(BCIS)病情复杂且具有一定危险性,为有效应对该病症、保障患者生命健康,临床治疗中需采取系统且有针对性的治疗措施。以下是具体的治疗策略:① 基础监测与支持:依据病情严重

程度将患者转入重症监护室(ICU),持续监测血氧饱和度及血压变化。中心静脉导管置入具有双重意义:既可建立液体输注与给药的通道,又能实时获取血流动力学参数以优化治疗方案。② 循环功能维护容量管理:需进行积极扩容治疗以维持右心室前负荷,但需警惕液体超负荷可能引发室间隔左移,导致左心输出量下降及组织灌注不足。药物干预:补液量应严格根据动态血流动力学指标调整。在确保有效容量复苏的前提下,可联用血管活性药物(如肾上腺素)与正性肌力药物(如多巴胺、多巴酚丁胺),以稳定心血管功能,保障冠脉血流及心肌灌注,同时纠正各类心律失常。③ 呼吸功能支持氧疗原则:纠正低氧血症的核心措施是氧疗,需依据血氧改善情况及治疗反应调整给氧方式[18]。通常需采用高浓度或纯氧吸入,使动脉血氧分压快速升至 60~80 mmHg。通气策略:无创机械通气(NIV):适用于常规氧疗无效且意识清醒可配合者,其优势在于避免气管插管相关并发症且对循环干扰较小。有创机械通气:对于意识障碍或无法配合 NIV 的患者,应尽早实施气管插管通气,以确保有效逆转低氧状态[19]。

BCIS 是可逆且有时间限制的疾病。多数患者肺动脉压 24 小时内、非病变心脏数分钟至数小时可恢复正常,这表明早发现并积极支持治疗是预防关键[15]。有效的呼吸和循环功能支持是治疗 BCIS 的关键。若怀疑 BCIS 应立即复苏,麻醉师先固定气道,将吸氧浓度提至 100%,监测潮气末 CO₂ 浓度。BCIS 3 级患者启动心肺复苏,麻醉输注丙泊酚时可停止或减量,直到血流动力学稳定。BCIS 患者心血管衰竭常为右心室衰竭,可静脉输液维持血容量,低氧和右心室功能恶化时用肺血管扩张剂与正性肌力药物,还可给 α_1 受体激动剂;心动过缓和低血压者可用麻黄碱,但不解决肺血管收缩就用拟交感神经药或致急性右心室衰竭;可用格隆溴铵对抗血管迷走神经反应。5-羟色胺受体拮抗剂昂丹司琼、H₁ 或 H₂ 拮抗剂可预防 BCIS。皮质类固醇能治炎症或类过敏反应,有相关合并症术前也可考虑用;术前或术中用非甾体抗炎药预防炎症,给碳酸氢钠纠正代谢性酸中毒;贫血患者可补充血液制品[20]。监测中心静脉压有助于指导治疗,术后患者需在重症监护病房治疗。

5. 小结

目前对于 BCIS 治疗手段尚不完善,多以预防为主,一旦发生 BCIS,应积极有效的抢救,保证有效的氧合,预防二氧化碳蓄积;出现血流动力学改变时,在加快补液和给氧的同时,立即给予血管活性药物,维持呼吸和循环的稳定,并针对可能出现的并发症给予相应的处理,抢救生命,改善预后。相信在现代医学技术不断进步的背景下,关于 BCIS 发病机制与治疗方式的研究必将获得更为全面的阐释与完善,针对其病因开展的精准治疗也将更具安全性与有效性。

参考文献

- [1] Lin, F.F., Chen, Y.F., Chen, B., Lin, C.H. and Zheng, K. (2019) Cemented versus Uncemented Hemiarthroplasty for Displaced Femoral Neck Fractures: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Medicine*, **98**, e14634. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000014634>
- [2] Olsen, F., Hård Af Segerstad, M., Nellgård, B., Houltz, E. and Ricksten, S. (2020) The Role of Bone Cement for the Development of Intraoperative Hypotension and Hypoxia and Its Impact on Mortality in Hemiarthroplasty for Femoral Neck Fractures. *Acta Orthopaedica*, **91**, 293-298. <https://doi.org/10.1080/17453674.2020.1745510>
- [3] Weingärtner, K., Störmann, P., Schramm, D., Wutzler, S., Zacharowski, K., Marzi, I., et al. (2021) Bone Cement Implantation Syndrome in Cemented Hip Hemiarthroplasty—A Persistent Risk. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, **48**, 721-729. <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01587-8>
- [4] Bonfait, H., Delaunay, C., De Thomasson, E., Tracol, P. and Werther, J. (2022) Bone Cement Implantation Syndrome in Hip Arthroplasty: Frequency, Severity and Prevention. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **108**, Article ID: 103139. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103139>
- [5] George, N.E. (2021) CORR Insights®: What Are the Frequency, Related Mortality, and Factors Associated with Bone Cement Implantation Syndrome in Arthroplasty Surgery? *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **479**, 764-766. <https://doi.org/10.1097/corr.0000000000001658>

- [6] Rutter, P.D., Panesar, S.S., Darzi, A. and Donaldson, L.J. (2014) What Is the Risk of Death or Severe Harm Due to Bone Cement Implantation Syndrome among Patients Undergoing Hip Hemiarthroplasty for Fractured Neck of Femur? A Patient Safety Surveillance Study. *BMJ Open*, **4**, e004853. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-004853>
- [7] Wang, Z., Wishman, M.D., Tutaworn, T., Hentschel, I.G., Levin, J.E. and Lane, J.M. (2024) Osteoporosis and Cement Usage in Total Hip Arthroplasty. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, **34**, 1649-1655. <https://doi.org/10.1007/s00590-024-03855-4>
- [8] Nantha Kumar, N., Kunutsor, S.K., Fernandez, M.A., Dominguez, E., Parsons, N., Costa, M.L., *et al.* (2020) Effectiveness and Safety of Cemented and Uncemented Hemiarthroplasty in the Treatment of Intracapsular Hip Fractures. *The Bone & Joint Journal*, **102**, 1113-1121. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.102b9.bjj-2020-0282.r1>
- [9] Dahl, O.E., Pripp, A.H., Jaradeh, M. and Fareed, J. (2023) The Bone Cement Hypercoagulation Syndrome: Pathophysiology, Mortality, and Prevention. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, **29**, 1-9. <https://doi.org/10.1177/10760296231198036>
- [10] Kotyra, M., Houltz, E. and Ricksten, S. (2010) Pulmonary Haemodynamics and Right Ventricular Function during Cemented Hemiarthroplasty for Femoral Neck Fracture. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **54**, 1210-1216. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2010.02314.x>
- [11] Segerstad, M.H.A., Olsen, F., Patel, A., Houltz, E., Nellgård, B. and Ricksten, S. (2018) Pulmonary Haemodynamics and Right Ventricular Function in Cemented vs Uncemented Total Hip Arthroplasty—A Randomized Trial. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **63**, 298-305. <https://doi.org/10.1111/aas.13262>
- [12] ten Hagen, A., Doldersum, P. and van Raaij, T. (2016) Anaphylactic Shock during Cement Implantation of a Total Hip Arthroplasty in a Patient with Underlying Mastocytosis: Case Report of a Rare Intraoperative Complication. *Patient Safety in Surgery*, **10**, Article No. 25. <https://doi.org/10.1186/s13037-016-0113-x>
- [13] Tryba, M., Linde, I., Voshage, G., *et al.* (1991) [Histamine Release and Cardiovascular Reactions to Implantation of Bone Cement during Total Hip Replacement]. *Anaesthesist*, **40**, 25-32.
- [14] Dradjat, R.S., Pradana, A.S., Putra, D.P., Hexa Pandiangan, R.A., Cendikiawan, F. and Mustamsir, E. (2021) Successful Management of Severe Manifestation Bone Cemented Implantation Syndrome during Hemiarthroplasty Surgery in Patient with Multiple Comorbidities: A Case Report. *International Journal of Surgery Case Reports*, **78**, 331-335. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2020.12.076>
- [15] 韩广弢, 王钦, 孙朔, 等. 骨水泥植入综合征病因及预防研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2025, 39(2): 237-242.
- [16] 张富荣, 何亮, 李军民, 等. 乌司他丁联合肾上腺素对人工髋关节置换术中骨水泥植入综合征的预防作用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014, 29(4): 316-318.
- [17] 徐岩, 窦建洪, 连浩诚, 等. 老年患者关节置换术中发生严重骨水泥植入综合征高危因素回顾性分析[J]. 现代医院, 2020, 20(12): 1862-1865.
- [18] 张蒙, 刘培来. 骨水泥植入综合征发病机制及诊治研究进展[J]. 山东医药, 2020, 60(6): 109-112.
- [19] Dumanlı Özcan, A., Kesimci, E., Balci, C., Kanbak, O., Kaşıkara, H. and But, A. (2018) Comparison between Colloid Preload and Coload in Bone Cement Implantation Syndrome under Spinal Anesthesia: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesia: Essays and Researches*, **12**, 879-884. https://doi.org/10.4103/aer.aer_127_18
- [20] Tsai, M., Ng, Y., Chen, W., Tsai, S. and Wu, S. (2019) The Effects of Cement Fixation on Survival in Elderly Patients with Hip Hemiarthroplasty: A Nationwide Cohort Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **20**, Article No. 628. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-3013-2>