

骨科和脊柱外科的重症监护

刘娟娟

黄岛区人民医院, 山东 青岛

收稿日期: 2022年5月27日; 录用日期: 2022年6月19日; 发布日期: 2022年6月28日

摘要

骨科和脊柱手术的并发症可能会危及生命。正确选择患者、仔细规划患者护理方式是保证患者顺利康复的重要决定因素。在诸如全关节置换等择期骨科手术后, 重症监护医师应了解重大手术后例如肺炎、肺栓塞、败血症、心肌梗塞等常见的潜在全身并发症以及手术特定问题(与水泥相关的心脏事件、脂肪栓塞)和局部并发症(神经血管损伤)。

关键词

骨科, 脊柱外科, 重症监护

Orthopedics and Spine Surgery Intensive Care

Juanjuan Liu

Huangdao Distract People's Hospital, Qingdao Shandong

Received: May 27th, 2022; accepted: Jun. 19th, 2022; published: Jun. 28th, 2022

Abstract

Complications from orthopedic and spine surgery can be life-threatening. Correct patient selection, careful planning of patient care, and preventive measures are important determinants of successful patient recovery. Following elective orthopedic surgery such as total joint replacement, intensivists should be aware of potential systemic complications common to any major surgical intervention (pneumonia, pulmonary embolism, sepsis, myocardial infarction) as well as procedure-specific issues (cement-related cardiac events, fat embolism) and local complications (neurovascular injury).

Keywords

Orthopedics, Spine Surgery, Intensive Care

Copyright © 2022 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. 引言

骨科和脊柱手术正在以极快的速度发展，逐渐成为了医疗保健预算的重要部分[1]。熟悉这些手术的围手术期治疗将有助于提高手术成功率、减少重症监护事件的发生缩短住院时间、减少医疗保健费用。通常可以根据患者的合并症和手术情况来考虑和预测是否需要 ICU (intensive care unit) 护理[2]。手术或恢复期间出现的问题也可能导致意外入院。本文回顾了骨科和脊柱手术相关的重症监护相关注意事项。

2. 术前准备

来自美国国立卫生研究院(NIH)调查的数据估计，全髋关节置换术后(THR total hip replacement)后的总体死亡风险低于 1% [3]。死亡率最重要的决定因素是年龄。66 至 69 岁的患者围手术期死亡率为 0.34%，而 85 岁以上年龄组的围手术期死亡率为 3.75%。女性的死亡率通常较低。全髋关节置换术治疗髋部骨折对于关节炎或翻修(0.95%)，其死亡风险(6.2%)高于 THR(0.95%) [4]。

基线肺功能与术后肺部并发症的风险相关。患有慢性阻塞性肺病(COPD chronic obstructive pulmonary disease)或肺功能检查异常的患者有 70% 的肺部并发症发生率[5]。年龄对肺功能有独立影响，表现为 1 秒用力呼气量(FEV1 Forced Expiratory Volume in 1 s)逐渐减少和弹性丧失。建议对吸烟者和患有已知肺部疾病的患者术前进行动脉血气分析和肺活量测定。Goldman [6]描述了使患者易患心脏并发症的九个变量。这些变量是 1) S3 奔马或颈静脉扩张；2) 过去 6 个月的心肌梗塞；3) 室性早搏(超过 5 次/分钟)；4) 术前心电图上除窦性以外的节律；5) 年龄 70 岁以上；6) 急诊手术；7) 腹膜内、胸内或主动脉手术；8) 疑似严重主动脉瓣狭窄；9) 一般医疗条件差。40 岁以上有心血管危险因素的患者应在手术前进行静息心电图检查。其他重要的危险因素包括肥胖、吸烟和营养不良。在澳大利亚的一个队列中，高达 71% 的接受 THR 的患者在手术前有一个或多个严重的医疗问题[7]。有用的预防措施是戒烟、减轻体重、呼吸锻炼和纠正营养缺乏[8]。

3. 麻醉考虑因素

全身麻醉和区域麻醉以不同方式影响肺和心血管系统。全身麻醉降低肺的顺应性，抑制咳嗽反射，增加肺分泌物，改变粘液纤毛清除。先前存在的肺部疾病会放大这些影响。全身麻醉的持续时间也在术后呼吸问题的发生率中起作用。持续时间超过 3 小时的手术的肺部并发症发生率高出三倍[9]。另一方面，区域麻醉已被证明可以降低术后肺部疾病的发生率。一项比较接受 THR 的老年患者全身麻醉和区域麻醉的随机试验显示，全身麻醉组术后 PaO₂ 显著下降[10]。

与全身麻醉相比，区域麻醉可降低血栓栓塞事件的发生率，这可能是因为减少了静脉淤滞[11] [12]，并且首选用于气道困难的患者，例如伴有不稳定的类风湿脊柱。全身麻醉倾向于抑制心肌收缩力，而区域麻醉对心肌的影响很小。区域麻醉降低然而，外周血管阻力。很少有研究比较 THR 后的麻醉技术和心脏并发症。一项回顾性研究发现腰麻后心脏并发症较少[13]。在另一项前瞻性研究中，区域麻醉组没有心

脏并发症，相比之下，全麻术后低氧血症发生率较高，且有 1 人死于心肌梗死。

局部麻醉期间发生的外周血管舒张导致低血压，同时失血减少。发现 60 mmHg 的平均动脉血压是最佳的，可最大限度地发挥有益作用，同时避免神经损伤和组织缺血[14]。故意低血压需要有创心脏监测，并且可能禁忌用于患有缺血性或瓣膜病的患者。

4. 心肺并发症

肺部并发症是围手术期最常见的问题之一。全身麻醉后肺不张很常见。据估计，其发病率在 2% 到 7% 之间[15]。多达 10% 的老年患者发生术后肺炎[16]。近 100% 的病例发生上呼吸道定植，尤其是在长期通气支持后。可以根据培养结果重新调整初始经验性广谱抗生素覆盖率。

急性呼吸窘迫综合征的特征是肺内分流、通气/灌注比(V/Q)不匹配以及肺顺应性降低以及随后的呼吸功能不全，在骨科大手术后已有描述。许多原因都牵涉其中，包括败血症和脂肪栓塞综合征。可能需要使用呼气末正压进行机械通气以改善气体交换[17]。将潮气量限制在 5 至 7 mL/kg 可降低 ARDS 的死亡率。应努力识别和治疗混杂问题，例如败血症、多器官衰竭和心力衰竭。THR 后心脏并发症的发生率为 2% 至 10%。THR 后缺血性心脏病(包括心绞痛和心肌梗塞)的发生率介于 0.59% 和 1.37% 之间。非心脏手术后心肌梗死的死亡率高达 70% [18]。这些患者中有 50% 报告了胸痛，并且可能通过使用麻醉剂或镇静剂来掩盖。20% 的患者会出现意义不明的术后心电图的变化[19]。肌酐磷酸酶同工酶(CPK-MB)的升高不应归因于髋关节手术的创伤。肌钙蛋白测定是心脏缺血的敏感标志物[20]。

充血性心力衰竭在接受大量液体和血液制品的既往心脏病患者中很常见。最后，心律失常是 ICU 护理的常见原因。THR 后室上性心动过速的发生率估计为 4.8% [21]，并且更有可能发生在有心脏或肺部病史的老年患者中。

5. 肺栓塞

在入院的患者中，多处创伤或接受择期大关节置换的患者发生深静脉血栓的风险最大[22]。血栓栓塞的风险随着年龄、手术范围和持续时间、麻醉类型、制动持续时间和合并症的严重程度而增加。多达 50% 的下肢骨折患者发生深静脉血栓，其中 10% 进展为肺栓塞，2% 死于大面积肺栓塞。在这些确诊病例中，有 11% 的人在第一个小时内死亡，尽管有足够疗程的抗凝治疗，8% 的人仍会遭受致命的 PE [23]。由于研究之间缺乏一致性，THR 后 DVT (Deep Venous Thrombosis) 和肺栓塞的实际发生率仍然存在争议。最近的一项研究评估了 THR 后 DVT 的风险在 10% 和 25% 之间，致命的 PE 率为 0.15%。Haake 和 Berkman 报道致命性 PE 的累积发生率为 0.06% 至 6.7%，而髋部骨折后为 3.6% 至 12.9%。由于诊断工具的限制，THR 后血栓栓塞的真实发生率可能被低估了。

在骨科手术中预防血栓栓塞是最重要的。第六届美国胸科医师学会血栓栓塞会议对关节置换术后的预防提出了详细的建议[24]。对于 THR，应在术前或术后立即开始使用低分子肝素或调整剂量华法林，目标国际标准化比(INR)为 2.5。其他预防方案已被提倡。最常用于诊断 DVT 的测试是双功超声检查。它可以在床边安全地进行，对近端 DVT 具有几乎 100% 的敏感性和 99% 的特异性[25]。

接受 THR 的患者必须高度怀疑 PE [26]。呼吸系统并发症患者的通气/灌注扫描不太可能有用。静脉注射对比剂的螺旋计算机断层扫描(CT)扫描是一种有用的替代方法。它的敏感性估计为 70%，特异性为 81% 至 100%。螺旋 CT 检测外周栓子的能力有限。肺动脉造影仍然是标准，但它被大大低估了。血栓栓塞治疗指南已在其他地方发表。大多数肺栓塞患者不需要入住 ICU，除非他们正在经历需要监测、呼吸支持或血流动力学增强的心肺不稳定。PE 后休克患者的死亡风险最高。在这种情况下，人们提倡溶栓治疗。通过肺血管造影、肺扫描和对血流动力学的评估，它已被证明在解决肺栓塞方面优于肝素[27]。然而，

它与显著的出血风险相关，并且可能在术后即刻禁用。最后，有肺栓塞和抗凝禁忌症的患者应考虑使用下腔静脉滤器[28]。

6. 脂肪栓塞

脂肪栓塞是公认的骨科手术并发症[29]。脂肪栓塞综合征是一种三联征，脂肪栓塞是 FES 的一种亚临床形式。对文献的回顾揭示了 FES 的患病率存在很大差异。据估计，长骨受累的大创伤后脂肪栓塞的发生率为 90% [30]。这些创伤病例中脂肪栓塞的患病率被认为被低估了。最常与 FES 相关的手术是 THR、全膝关节置换术和髓内钉[31]。尽管文献中没有报道，但据信这些手术导致脂肪栓塞的实际发生率很高。

FES 的发病机制有两种理论：机械理论和生化理论。力学理论提出骨髓内容物通过静脉系统进入肺血管系统。在术中，这个过程可能是由于长骨髓内管的加压和操作造成的。直径为 7 至 10 微米的小脂肪滴可通过肺毛细血管循环进入全身循环，最终在大脑或其他器官中终止。另一种进入全身脉管系统的方式是通过卵圆孔未闭。高达 10% 的成年人有卵圆孔未闭[32]。

FES (fat embolism syndrome)的生化理论表明循环中的游离脂肪酸直接影响肺细胞。游离脂肪酸的来源可能是多因素的。可能导致乳糜微粒聚结并形成脂肪球的 C 反应蛋白在创伤和败血症后升高。儿茶酚胺促进游离脂肪酸的释放，并且在创伤后也会升高[33]。这两种机制被认为是协同作用的。整个肺脉管系统中脂肪的存在可能导致肺动脉高压、右心劳损、低血压、缺氧和显著的心肺功能损害。易受临床损害的患者是心肺储备减少、病理性骨折和右向左分流的患者。手术技术可能对脂肪栓塞的严重程度有显著影响。例如，在放置假体之前仔细进行髓内灌洗会减少可用于栓塞的碎屑量。

脂肪栓塞综合征是一种排除性诊断，取决于临床医生的怀疑指数。Gurd [34]描述了诊断 FES 的主要和次要特征。主要特征是呼吸功能不全、脑体征和瘀点；次要特征是发热、心动过速、视网膜受累、黄疸、肾脏受累和脂肪巨球蛋白血症。FES 的诊断至少需要一项主要标准和四项次要标准。体征和症状通常在损伤后 24 至 48 小时内变得明显；但是，它们可能会立即出现。FES 的典型临床三联征是肺功能不全、神经系统紊乱和瘀点皮疹[35]。肺功能不全总是存在并且通常是该综合征的首发表现。高达 86% 的 FES 患者出现神经系统紊乱；它们表现为头痛、嗜睡、易怒、谵妄、昏迷、抽搐和昏迷。保持正常的肌肉张力和反射表明预后良好。无反应性瞳孔和低氧血症纠正后，深部腱反射减弱提示与脑栓塞相关的缺血相关。瘀点发生在 20% 到 50% 的病例中，这些病变代表存在于真皮毛细血管中的脂肪球。它们通常见于头部、颈部、前胸、腋窝、口腔黏膜和结膜。

虽然血小板减少症在 FES 中很常见，但在没有血小板减少症的情况下可能存在瘀点；这些病变通常会在 5 到 7 天内消退[36]。支气管肺泡灌洗在检测脂肪栓塞方面似乎不可靠，因为正常对照患者的肺泡样本中含有 5% 至 95% 的含脂肪肺泡巨噬细胞。当呼吸衰竭的原因不明确时，对吸入的血液进行冷冻切片的肺动脉导管插入术可能有用。尽管有充分的复苏，总体死亡率仍然很高(5% 到 33%)。死亡原因通常与呼吸问题的严重程度有关。与 FES 相关的长期发病率是由脑部并发症引起的。FES 的治疗是支持性的，主要包括机械通气以改善呼吸系统和稳定血流动力学。没有数据支持在 FES 中使用肝素或皮质类固醇。

7. 局部并发症

与伤口愈合相关的并发症从长时间的伤口引流到可能是 THR 后最可怕的并发症，即深部伤口感染。应在术前确定导致伤口愈合不良的因素：类风湿性关节炎、慢性类固醇给药、糖尿病、高龄和营养不良。预防性使用抗生素、较高的手术技术和对术中无菌环境的控制对于预防感染至关重要。THR 后的感染率为 5.8%，在常规手术室无抗生素覆盖，常规手术室使用预防性抗生素为 1.3%，层流室为 0.7%，层流室

为 0.6% 抗生素[37]。

早期深部伤口脓毒症可定义为手术伤口以及假体组件的深部感染。在暴发性脓毒症或脓毒性休克的情况下，可能需要在 ICU 进行支持治疗，但治疗基本上仍然是手术治疗。最广泛提倡的护理计划包括积极清创伤口、保留假体组件和针对革兰氏阳性菌的抗生素。这种方法在一个系列中的成功率为 71% [38]。治疗失败将需要更广泛的程序，例如两阶段置换关节成形术。幸运的是，神经血管损伤并不常见，但它们对患者和外科医生来说无疑是毁灭性的。血管损伤的发生率很低，在 0.1% 到 0.2% 的范围内。最严重的伤害会影响髌骨和股骨血管，需要立即手术矫正。据报道，由于植入物迁移导致髌骨血管延迟损伤。

原发性 THR 后神经麻痹的发生率为 0% 至 3%，翻修后为 2.9% 至 7.6%。大多数损伤是坐骨神经。原因多种多样，包括直接创伤、缺血、骨水泥热损伤、血肿压迫或假体脱位。预后是可变的，除非神经被横断，否则至少会有一些恢复[38]。

8. 其他并发症

THR 后胃肠道并发症的发生率为 1.2% 至 4.6%。最常见的是术后麻痹性肠梗阻。胃肠道出血也会使术后过程复杂化。THR 后有胃肠道出血风险的患者包括有消化性溃疡病史和使用非甾体抗炎药(NSAIDs) 的患者。围手术期管理包括使用组胺 2 (H2)受体拮抗剂、质子泵抑制剂和停用 NSAIDs。术后管理需要入住 ICU、液体复苏、抗溃疡治疗和内镜检查。电解质失衡，最常见的是低钠血症，会使术后过程复杂化。THR 后，低钠血症的发生率为 4.4%。患者可能无症状或表现出从嗜睡到昏迷的症状。低钠血症发生在全身钠和水总量低(服用利尿剂的患者)或手术后给予低渗液体的情况下。快速纠正严重的低钠血症会带来脑水肿的风险。THR 后最常见的问题之一是需要膀胱导管插入术的尿潴留。其发生率从 1% 到 35% [39] 不等。THR 后易引起尿路感染的尿潴留可能会产生严重后果。需要膀胱导管插入术的患者有 6.2% 的深部髌部感染发生率。大多数作者建议在手术后插入短期留置导管。

9. 术后护理的其他方面

围手术期应避免使用某些药物，包括非甾体抗炎药，尤其是酮咯酸，因为它已被证明可抑制和延缓骨形成，导致器械脊柱融合术中假关节病的发生率增加五倍。此外，应避免使用许多用于治疗类风湿性关节炎的药物。已知甲氨蝶呤通过抑制 DNA 合成来抑制快速再生组织的生长，因此在围手术期应停止使用[40]。

参考文献

- [1] Taylor, V.M., Deyo, R.A., Cherkin, D.C. and Kreuter, W. (1994) Low Back Pain Hospitalization. Recent United States Trends and Regional Variations. *Spine*, **19**, 1207-1212. <https://doi.org/10.1097/00007632-199405310-00002>
- [2] Praemer, A., Furner, S. and Rice, D.P. (1992) Medical Implants and Major Joint Procedures. In: Splatiev, L.P., Ed., *Musculoskeletal Conditions in the United States*, American Academy of Orthopaedic Surgeons, Park Ridge, 611-626.
- [3] NIH Consensus Conference (1982) Total Hip-Joint Replacement in the United States. *JAMA*, **248**, 1817-1821. <https://doi.org/10.1001/jama.1982.03330150017003>
- [4] Whittle, J., Steinberg, E.P., Anderson, G.F., Herbert, R. and Hochberg, M.C. (1993) Mortality after Elective Total Hip Arthroplasty in Elderly Americans. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **295**, 119-126. <https://doi.org/10.1097/00003086-199310000-00017>
- [5] Stein, M., Koota, G.M., Simon, M. and Frank, H.A. (1962) Pulmonary Evaluation in Surgical Patients. *JAMA*, **181**, 765-770. <https://doi.org/10.1001/jama.1962.03050350027006>
- [6] Goldman, L. (1983) Cardiac Risks and Complications of Noncardiac Surgery. *Annals of Internal Medicine*, **98**, 504-513. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-98-4-504>
- [7] Latimer, R.G., Dickman, M., Day, W.C., Gunn, M.L. and Schmidt, C.D. (1971) Ventilatory Patterns and Pulmonary Complications after Upper Abdominal Surgery Determined by Preoperative and Postoperative Computerized Spirome-

- try and Blood Gas Analysis. *The American Journal of Surgery*, **122**, 622-632. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(71\)90290-X](https://doi.org/10.1016/0002-9610(71)90290-X)
- [8] Weitz, H.H. and Goldman, L. (1987) Noncardiac Surgery in the Patient with Heart Disease. *Medical Clinics of North America*, **71**, 413-432. [https://doi.org/10.1016/S0025-7125\(16\)30849-5](https://doi.org/10.1016/S0025-7125(16)30849-5)
- [9] Morand, E.F. and Littlejohn, G.O. (1990) Medical Problems in Joint Replacement Patients. A Retrospective Study of 243 Total Hip Arthroplasties. *Medical Journal of Australia*, **152**, 408-413. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1990.tb125267.x>
- [10] Latimer, R.G., Dickman, M., Day, W.C., Gunn, M.L. and Schmidt, C.D. (1971) Ventilatory Patterns and Pulmonary Complications after Upper Abdominal Surgery Determined by Preoperative and Postoperative Computerized Spirometry and Blood Gas Analysis. *The American Journal of Surgery*, **122**, 622-632. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(71\)90290-X](https://doi.org/10.1016/0002-9610(71)90290-X)
- [11] Hole, A., Terjesen, T. and Breivik, H. (1980) Epidural versus General Anesthesia for Total Hip Arthroplasty in Elderly Patients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **24**, 279-287. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1980.tb01549.x>
- [12] Davis, F.M., Laurenson, V.G., Gillispie, W.J., Wells, J.E., Foate, J. and Newman, E. (1989) Deep Vein Thrombosis after Total Hip Replacement. A Comparison between Spinal and General Anesthesia. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **71-B**, 181-185. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.71B2.2925731>
- [13] Lieberman, J.R., Huo, M.M., Hanway, J., Salvati, E.A., Sculco, T.P. and Sharrock, N.E. (1994) The Prevalence of Deep Venous Thrombosis with Hypotensive Epidural Anesthesia. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **76**, 341-348. <https://doi.org/10.2106/00004623-199403000-00004>
- [14] Sculco, T.P. and Ranawat, C. (1975) The Use of Spinal Anesthesia for Total Hip Replacement Arthroplasty. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **57**, 173-177. <https://doi.org/10.2106/00004623-197557020-00008>
- [15] Sharrock, N.E., Mineo, R. and Urquhart, B. (1991) Haemodynamic Effects and Outcome Analysis of Hypotensive Extradural Anesthesia in Controlled Hypertensive Patients Undergoing Total Hip Arthroplasty. *British Journal of Anaesthesia*, **67**, 17-25. <https://doi.org/10.1093/bja/67.1.17>
- [16] Daniel, W.W., Coventry, M.B. and Miller, W.E. (1972) Pulmonary Complications Following Total Hip Arthroplasty with Charnley Prosthesis as Revealed by Chest Radiographs. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **54**, 282-283. <https://doi.org/10.2106/00004623-197254020-00006>
- [17] Eftekhari, N.S., Kiernan, H.A. and Stinchfield, F.E. (1976) Systemic and Local Complications Following Low Friction Arthroplasty of the Hip Joint: A Study of 800 Consecutive Cases. *The Archives of Surgery*, **111**, 150-155. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1976.01360200056010>
- [18] Shaw, J.A. and Chung, R. (1999) Febrile Response after Knee and Hip Arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **367**, 181-189. <https://doi.org/10.1097/00003086-199910000-00022>
- [19] Sheppard, H., Cleak, D.K., Ward, D.F. and O'Connor, B.T. (1980) A Review of Early Mortality and Morbidity in Elderly Patients Following Charnley Total Hip Replacement. *Archives of Orthopaedic and Traumatic Surgery*, **97**, 243-248. <https://doi.org/10.1007/BF00380704>
- [20] Wellman, J.J. and Smith, B.A. (1988) Adult Respiratory Distress Syndrome in the Surgical Patient. In: Lubin, M.F., Walker, H.K. and Smith, R.B., Eds., *Medical Management of the Surgical Patient*, Butterworth, Boston, 175-186.
- [21] The Acute Respiratory Distress Syndrome Network (2000) Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine*, **342**, 1301. <https://doi.org/10.1056/NEJM200005043421801>
- [22] Bell, R.C., Coalson, J.J., Smith, J.D. and Johanson Jr., W.G. (1983) Multiple Organ System Failure and Infection in the Adult Respiratory Distress Syndrome. *Annals of Internal Medicine*, **99**, 293-298. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-99-3-293>
- [23] Ling, R.S.M. (1984) Systemic and Miscellaneous Complications. In: Ling, R.S.M., Ed., *Complications of Total Hip Replacement*, Churchill Livingstone, Edinburgh, 201-212.
- [24] Adams III, J.E., Sicard, G.A., Allen, B.T., Bridwell, K.H., Lenke, L.G., Dávila-Román, V.G., et al. (1994) Diagnosis of Perioperative Myocardial Infarction with Measurement of Cardiac Troponin I. *New England Journal of Medicine*, **330**, 670-674. <https://doi.org/10.1056/NEJM199403103301003>
- [25] Ashton, C.M. (1994) Perioperative Myocardial Infarction with Non-Cardiac Surgery. *The American Journal of the Medical Sciences*, **308**, 41-48. <https://doi.org/10.1097/00000441-199407000-00010>
- [26] Kahn, R.L., Hargelt, M.G., Urquhart, B., Sharrock, N.E. and Peterson, M.G. (1993) Supraventricular Tachyarrhythmias during Total Joint Arthroplasty: Incidence and Risk. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **296**, 265-269. <https://doi.org/10.1097/00003086-199311000-00043>
- [27] Geers, W.H., Code, K.I., Jay, R.M., Chen, E. and Szalai, J.P. (1994) A Prospective Study of Venous Thromboembol-

- ism after Major Trauma. *New England Journal of Medicine*, **331**, 1601-1606.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199412153312401>
- [28] Crandon, A.J., Peel, V.R., Anderson, J.A., Thompson, V. and McNicol, G.P. (1980) Postoperative Deep Vein Thrombosis. Identifying High Risk Patients. *BMJ*, **281**, 343-344. <https://doi.org/10.1136/bmj.281.6236.343>
- [29] Sikorski, J.M., Hampson, W.G. and Staddon, G.E. (1981) The Natural History and Aetiology of Deep Vein Thrombosis after Total Hip Replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **63-B**, 171-177.
<https://doi.org/10.1302/0301-620X.63B2.7217137>
- [30] DeSanctis, R.W., Harris, W.H., Salzman, E.W. and Coutts, R.D. (1972) Prevention of Venous Thromboembolism Following Total Hip Replacement. *JAMA*, **220**, 1319-1322. <https://doi.org/10.1001/jama.1972.03200100035007>
- [31] Rosenow III, E.C., Osmundson, P.J. and Brown, M.L. (1981) Pulmonary Embolism. *Mayo Clinic Proceedings*, **56**, 161-178.
- [32] Pierson, J.L. and Tavel, M.E. (2001) Thromboembolic Prophylaxis in Total Joint Replacement. *Chest*, **120**, 302-304.
<https://doi.org/10.1378/chest.120.1.302>
- [33] Haake, D. and Berkman, S. (1989) Venous Thromboembolic Disease after Hip Surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **242**, 212-231. <https://doi.org/10.1097/00003086-198905000-00022>
- [34] Dalen, J.E., Hirsh, J. and Guyatt, G.H. (2001) Sixth ACCP (2000) Consensus Conference on Antithrombotic Therapy for Prevention and Treatment of Thrombosis. *Chest*, **119**, 1S-2S. https://doi.org/10.1378/chest.119.1_suppl.1s
- [35] Lensing, A.W., Prandoni, P., Brandjes, D., Huisman, P.M., Vigo, M., Tomasella, G., *et al.* (1989) Detection of Deep Vein Thrombosis by Real Time B-Mode Ultrasonography. *New England Journal of Medicine*, **320**, 342-345.
<https://doi.org/10.1056/NEJM198902093200602>
- [36] King, M.B. and Harmon, K.R. (1994) Unusual Forms of Pulmonary Embolism. *Clinics in Chest Medicine*, **15**, 561-580.
[https://doi.org/10.1016/S0272-5231\(21\)00949-7](https://doi.org/10.1016/S0272-5231(21)00949-7)
- [37] Rathbun, S.W., Raskob, G.E. and Whitsett, T.L. (2000) Sensitivity and Specificity of Helical Computed Tomography in the Diagnosis of Pulmonary Embolism: A Systematic Review. *Annals of Internal Medicine*, **132**, 227-232.
<https://doi.org/10.7326/0003-4819-132-3-200002010-00009>
- [38] Stein, P.D., Athanasoulis, C., Alavi, A., Greenspan, R.H., Hales, C.A., Saltzman, H.A., *et al.* (1992) Complication and Validity of Pulmonary Angiography in Acute Pulmonary Embolism. *Circulation*, **85**, 462-468.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.85.2.462>
- [39] Ginsberg, J.S. (1996) Management of Venous Thromboembolism. *New England Journal of Medicine*, **335**, 1816-1829.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199612123352407>
- [40] Arcasoy, S.M. and Kreit, J.W. (1999) Thrombolytic Therapy of Pulmonary Embolism: A Comprehensive Review of Current Evidence. *Chest*, **115**, 1695-1707. <https://doi.org/10.1378/chest.115.6.1695>