

# 不同麻醉方式对高海拔地区老年下肢骨科手术患者术后并发症的影响

朱雪琴<sup>1</sup>, 王云<sup>2</sup>

<sup>1</sup>青海大学研究生院, 青海 西宁

<sup>2</sup>青海省人民医院麻醉科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年4月17日; 录用日期: 2023年5月9日; 发布日期: 2023年5月16日

## 摘要

老年( $\geq 60$ 岁)患者因行动不便, 易发生骨折。因各种脏器功能和内环境稳定性的减退, 多数属于高危患者, 术后并发症发生率较高, 主要是贫血、低蛋白血症、低钾血症、肺部感染等。对于老年患者行骨科手术, 可采用不同的麻醉方法。年龄并不是手术和麻醉的禁忌证, 但是由于自身并存的疾病, 衰老过程中发生器官生理构造、功能改变的影响, 老年患者围术期的并发症发生率及死亡率显著地高于青壮年。本文旨在三种麻醉方式对老年下肢骨科手术患者术后并发症的影响作一综述, 为此类患者的麻醉选择提供一定的参考。

## 关键词

高海拔地区, 麻醉, 老年患者, 骨科手术, 术后并发症

## Effects of Different Anesthesia Methods on Postoperative Complications in Elderly Patients Undergoing Lower Limb Orthopedic Surgery at High Altitudes

Xueqin Zhu<sup>1</sup>, Yun Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Qinghai University, Xining Qinghai

<sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining Qinghai

Received: Apr. 17<sup>th</sup>, 2023; accepted: May 9<sup>th</sup>, 2023; published: May 16<sup>th</sup>, 2023

文章引用: 朱雪琴, 王云. 不同麻醉方式对高海拔地区老年下肢骨科手术患者术后并发症的影响[J]. 临床医学进展, 2023, 13(5): 7714-7722. DOI: 10.12677/acm.2023.1351078

## Abstract

Elderly ( $\geq 60$  years old) patients are prone to fractures due to mobility difficulties. Due to the decline of various organ functions and internal environmental stability, most of them are high-risk patients, and the incidence of postoperative complications is high, mainly anemia, hypoproteinaemia, hypokalemia, lung infection, etc. For orthopedic surgery in older patients, different methods of anesthesia can be used. Age is not a contraindication to surgery and anesthesia, but due to its own coexisting diseases, the physiological structure and function of organs occur in the aging process, and the perioperative complication rate and mortality rate of elderly patients are significantly higher than those in young adults. This article aims to review the effects of the three anesthesia methods on postoperative complications in elderly patients undergoing orthopedic surgery of lower extremities, and provide a certain reference for the choice of anesthesia in such patients.

## Keywords

High Altitudes, Anaesthesia, Elderly Patients, Orthopedic Surgery, Postoperative Complications

Copyright © 2023 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

随着社会的发展, 人均寿命不断的提高, 我国面临人口老龄化的问题。老年患者生理状态的改变表现为器官功能储备低下、机体活力降低及易损性增加, 手术难度、麻醉风险均较高。老年患者心血管系统的变化主要为血管和心脏顺应性及自主反应能力下降, 心脏传导系统的纤维化和窦房结功能下降, 心脏储备减少, 在麻醉期间极易出现血压的剧烈波动[1]。当失血、脱水、快速利尿等引起血容量改变时, 极易影响到心脏功能; 老年患者中枢神经系统的变化体现在自主神经的兴奋性下降, 对循环系统的调节减弱, 保护性喉反射亦明显的迟钝, 使其对手术和麻醉应激的适应能力下降, 对麻醉药的敏感性升高; 老年患者呼吸系统功能明显改变, 咳嗽和反射机能减弱, 使滞留在肺的分泌物和异物增多, 易感染[2]。手术、骨折、卧床等情况时, 更易出现肺不张及吸入性肺炎, 肺栓塞是老年患者死亡的重要原因之一[3]。老年患者血液系统改变主要是血小板黏附性和集聚性增加, 使得动脉粥样硬化多发, 易激活血小板发生血栓和栓塞。

而居住于高海拔地区的老年人群则由于长期处于低压低氧低温的环境中, 机体各系统功能和结构发生改变。在海拔 3000 m 以上的高原地区, 空气氧含量仅为海平面的 60%, 机体氧分压明显下降。低氧使心肺功能储备低下, 围术期可因手术、创伤、麻醉、感染等多因素影响通气功能更易导致低氧血症, 容易发生循环系统、呼吸功能紊乱, 从而增加手术和麻醉的风险[4]。临床血气分析显示高原地区 60 岁以上的老年手术患者术前有明显的低氧血症, 如海拔 3700 m 的玉树  $\text{PaO}_2$  53 mmHg、 $\text{SaO}_2$  86%, 海拔 2260 m 的西宁为  $\text{PaO}_2$  56 mmHg、 $\text{SaO}_2$  88%。久居于缺氧、寒冷的环境使各系统器官血液瘀滞、缺氧性损害发生的几率增加, 动脉血气值低于平原, 肝、肾血量减少, 药物的代谢及排泄降低[5]。

老年患者行动不便、活动量少、肌肉强度较弱、骨质疏松, 易发生骨折, 严重者需行骨科手术治疗[6]。而高原低氧也是导致围术期麻醉意外发生的高危因素, 高原地区的老年患者多合并慢性高原病、红细胞增多症、肺动脉高压, 使麻醉的风险增加。对于此类患者, 目前临床上使用较为普遍的骨科手术麻

醉方式为全身麻醉、椎管内麻醉及区域神经阻滞麻醉复合全麻, 主要取决于患者的全身状况、手术时间及手术方式等[7]。

全身麻醉起效快、效能强, 病人依从性好, 可以较持续地保持患者术中的镇静状态, 从而确保骨科手术的高效进行。但全身麻醉也存在缺陷, 其最大的缺点是可控性差。药物静脉注射后其麻醉效应的消除依赖于病人的肝肾功能及内环境状态, 如果由于药物相对或绝对过量, 则术后苏醒延迟等麻醉并发症难以避免。其次, 全麻过程中, 随着给药速率和剂量的增加以及复合用药, 对循环和呼吸系统也有一定程度的抑制作用。全身麻醉需要大剂量给药以提高其阻滞效应的稳定性, 而大剂量麻醉药物的使用是患者认知功能受损的原因之一[8]。

椎管内麻醉是通过将麻醉药物直接注射到患者椎管腔隙中, 在药物作用下引发阻滞效应, 从而对患者进行麻醉。该方法见效较快, 阻滞效应也具有较好的稳定性, 可以提供有效的镇痛效果和一定程度的肌肉松弛, 辅助静脉麻醉药物还可提供术中镇静及遗忘。与全身麻醉相比, 椎管内麻醉更有针对性地转向手术局部, 从而降低麻醉药物对于脑组织的影响, 减少患者神经元细胞凋亡, 也能加快术后的恢复, 具有更高的安全性[9]。

周围神经阻滞麻醉的优点是定位准确、用药量少, 对危重患者生理干扰较小, 对于较小的手术效果确切、安全系数高, 并发症较少, 不会引起椎管内麻醉可能带来的低血压和尿潴留[10]。臂丛、髂腹下神经阻滞等对呼吸、循环影响小[11], 可在高原安全应用。其缺点是围手术期运动阻滞的时间增加, 这可能会限制功能恢复和延迟康复, 并且会增加神经损伤的可能性, 对于复杂手术、危重病人不适用。此种麻醉方式可在患者清醒时使用, 也可与全麻联合使用。特别是对于老年患者的骨科手术而言, 采用B超引导下神经阻滞复合全麻方案能够保证患者的麻醉效果符合手术要求, 提升患者的治疗体验[12]。

## 2. 不同麻醉方式对老年患者术后心血管系统并发症的影响

随着老龄化的进程, 心血管系统可出现一系列生理及病理性改变。部分老年高危患者因全身小动脉粥样硬化, 血管自身调节功能减退, 应激状态下对循环系统改变的适应能力和代偿能力降低[13], 麻醉和手术期间血压更易波动而导致心、脑、肾等重要脏器的严重并发症。

### 2.1. 全身麻醉对老年患者术后心血管系统并发症的影响

研究显示, 老年高危骨科手术患者全麻术后易发生心血管不良事件(如心功能不全、冠脉综合征及心律失常等)与其年龄较大、合并症较多、手术对其造成的创伤相对较大等有关[14]。全麻手术的优点在于通气供氧有效、麻醉效果确切、管理方便, 但在诱导和拔管时存在明显应激反应, 手术区域刺激引起的肾上腺髓质和脑垂体分泌增加无法被完全阻断, 儿茶酚胺分泌增多可使血压升高, 心率加快, 对患者预后造成不良影响。

### 2.2. 椎管内麻醉对老年患者术后心血管系统并发症的影响

椎管内麻醉具有起效快、麻醉药用量少、阻滞效果佳等优点[15], 通过硬膜外置管可延长麻醉时间, 并利于术后自控镇痛泵使用, 减少术后疼痛。但局麻药物的反复追加, 可能会使麻醉平面升高, 对呼吸循环造成影响[16]。与全身麻醉相比, 椎管内麻醉不良反应发生率较低, 在确保患者手术麻醉稳定性的同时能保证患者术中各项生命体征的稳定性, 保护患者生理功能。

### 2.3. 周围神经阻滞复合全身麻醉对老年患者术后心血管系统并发症的影响

在超声引导下进行周围神经阻滞麻醉, 将局麻药物注射到周围组织间隙, 实现同侧多个节段躯体和交感神经阻滞, 促使患者提前适应麻醉环境, 再给予患者全身麻醉, 可减少患者术中麻醉药及肌松药

用量,降低药物对患者的不利影响,术后镇痛效果良好[17]。与单纯性全身麻醉相比,周围神经阻滞复合全麻患者术中血压和心率更平稳,对血流动力学指标影响较小,可有效降低老年患者疼痛程度及术后严重并发症的发生率。

### 3. 不同麻醉方式对老年患者术后神经系统并发症的影响

随着年龄的增长,脑细胞逐渐减少,脑重量减轻,脑回变窄,脑沟加深,皮质变薄[18],最终可导致大脑萎缩。因此,老年患者对复杂的刺激,其分析、综合和判断能力减弱;大脑皮层的兴奋性降低,条件反射不易形成;出现不同程度的思维能力和记忆力减退。这些现象都是中枢神经系统的退行性变化的结果。围术期卒中是最严重的神经系统并发症,可在麻醉早期立即出现,也可在术后几天内出现[19]。术后谵妄是一种急性认知障碍,手术后普遍存在,老年患者急诊术后谵妄发生率更是高达 50%。因此,对于接受骨科手术的高危老年患者来说,选择安全有效的麻醉方式对于提高其手术质量,降低其术后并发症的发生率,缩短其住院天数等具有重要的临床意义。

#### 3.1. 全身麻醉对老年患者术后神经系统并发症的影响

老年患者是术后认知功能障碍的高发人群。这可能与老年患者对麻醉药物的代谢速度减慢,药物易在其体内蓄积,导致其发生中枢神经系统改变有关[20]。老年患者若术前合并肺部感染,氧合能力下降,加之脑功能下降,对缺氧或高碳酸血症的敏感性减弱,自体调控能力下降,术前和术后容易出现低氧血症,缺氧时中枢神经递质释放减少,是诱发谵妄的一个重要原因[21]。另外,由于老年患者体内各种血压调节机制敏感性降低,因此在麻醉诱导期,易致低血压,长时间的持续低血压导致脑低灌注,脑组织缺血缺氧、脑功能减退、代谢紊乱、易引起定向力障碍、幻觉、烦躁等谵妄症状[22]。

#### 3.2. 椎管内麻醉对老年患者术后神经系统并发症的影响

近年来,临床开始越来越多地关注老年骨折患者中椎管内麻醉的应用,认为其具有腰麻、硬膜外麻醉的双重优势,适用于老年高危等特殊人群。椎管内麻醉主要在蛛网膜下腔或硬膜外腔注入麻醉药物,以少量麻醉药物发挥直接阻断神经传导的作用。研究发现,随着丙泊酚用量的增加,其对患者记忆功能的影响逐渐增加[23]。而椎管内麻醉主要阻滞脊神经根,可减少麻醉药物剂量,对认知功能影响较小[24]。接受椎管内麻醉的下肢手术患者麻醉期间内分泌系统功能较为稳定,对患者脑记忆蛋白表达影响较小,生命体征指标未发生较大波动,安全性和麻醉效果均较好。

#### 3.3. 区域神经阻滞复合全身麻醉对老年患者术后神经系统并发症的影响

Barrington MJ [25]等的研究表明,区域神经阻滞联合全身麻醉患者术后谵妄的发生率明显低于单纯全麻组,分析原因如下:1)阿片类药物用量明显减少,有研究表明阿片类药物可增加谵妄发生率。2)疼痛是术后谵妄的危险因素之一,控制疼痛可减少谵妄的发生率。周围神经损伤是区域神经阻滞麻醉罕见的并发症,至今国内外尚无准确报导其发生率。其多数神经损伤是一过性的,仅少数出现亚临床症状,或表现出轻度的单一神经病变。

### 4. 不同麻醉方式对老年患者术后呼吸系统并发症的影响

老年患者全身器官功能老化,呼吸肌张力下降,咳嗽反射迟钝,呼吸自我保护功能差,术后对疼痛及药物的耐受性差等,使其术后容易发生肺不张及肺部感染等肺部并发症[26]。如何确保此类患者围术期安全度过很大程度上与麻醉方式的合理选择有关。老年通常引起呼吸系统功能明显的改变,表现为残气量和功能残气量增加,从 30 岁到 90 岁,残气量增加几乎 100%,功能残气量增加 50%,最大通气量减少,

到 60 岁时仅为青壮年的 50%；呼吸功能储备减少，肺活量减少，气体交换受限。气道粘膜及腺体萎缩，肺泡壁变薄，泡腔扩大，弹性降低，肺组织重量减轻，呼吸肌萎缩，肺弹性回缩力降低，导致肺活量降低，残气量增多，咳嗽反射及纤毛运动功能退化[27]。任何增加呼吸肌负担或降低其能量供应的因素均可使老年患者受到呼吸衰竭的威胁。

#### 4.1. 全身麻醉对老年患者术后呼吸系统并发症的影响

全身麻醉需要进行插管、吸痰和使用呼吸机，其过程均可能导致患者的呼吸道粘膜受到损伤，导致发生肺部并发症[28]。老年患者全身麻醉术后易发生肺部并发症的主要原因有：1) 多伴有肺部慢性疾病，肺组织弹力纤维的退行性变，肺顺应性下降，咳嗽反射差，下呼吸道自我保护功能差，长期卧床的老年患者，更容易发生坠积性肺炎。2) 术后疼痛可使患者呼吸变浅变快，不敢咳嗽或咳嗽无力，使呼吸道分泌物不能及时清除，引起肺部感染或肺不张。3) 静脉全麻药、肌松剂等麻醉药物，均可抑制咳嗽反射[29]，如手术时间长，下呼吸道细菌迅速增殖，可引发肺部感染。4) 医源性感染也可增加术后肺部感染的几率[30]。

#### 4.2. 椎管内麻醉对老年患者术后呼吸系统并发症的影响

研究显示，椎管内麻醉患者术后肺部感染的发生率显著低于全身麻醉患者。目前认为，疼痛是导致患者术后恢复期呼吸功能下降的关键因素。椎管内麻醉及镇痛被证明可以有效的减少甚至消除患者术后疼痛，有助于患者术后活动、咳嗽咳痰及进行深呼吸[31]，对术后呼吸功能恢复更为有利。此外，椎管内麻醉和镇痛对小气道功能的恢复有一定意义，因其不影响患者自主呼吸，所以能够对气道的保护性反射进行保护，从而避免发生肺部并发症。椎管内麻醉的安全性较好，痰培养阳性及临床诊断肺炎的发生率较低，具有麻醉剂用量少、麻醉平面极易控制、血流动力学稳定等优势。对于合并慢性支气管炎、高血压、冠心病、糖尿病等的老年患者，在达到预期麻醉效果的同时还降低了肺部感染的发生率[32]。

#### 4.3. 区域神经阻滞复合全身麻醉对老年患者术后呼吸系统并发症的影响

区域神经阻滞复合全身麻醉对正常呼吸生理干预较小，由于采用区域神经阻滞复合全身麻醉的病人术中全麻药、麻醉性镇痛药和肌松药的用量明显减少，残留的药物对膈肌肌力和呼吸中枢驱动力的影响减轻，局麻药浓度降低对肋间肌肌力影响减少，因此，对 COPD 合并呼吸功能减退的老年患者是有利的。Baker MD 等的研究[33]认为，联合麻醉用于伴有呼吸功能不全的老年 COPD 病人，可以减少各种全麻药物的用量，降低药物残留作用对呼吸功能的不良影响，术后苏醒速度和质量提高，术后镇痛更加完善。

### 5. 不同麻醉方式对老年患者术后血液系统并发症的影响

人类在衰老过程中，血液系统也和其他生理系统一样有一系列改变。随着年龄的增长，造血的红骨髓容量减少。青壮年在应激状态下(如外伤、手术等大量出血)，平时不造血的黄骨髓可转变为造血的红骨髓，使机体造血功能增强，恢复人体正常所需的血细胞，而在老年患者这种应激能力明显减低。胸腺、脾脏和扁桃体的重量下降，淋巴细胞减少，全身淋巴结中淋巴滤泡也减少，T、B 淋巴细胞发生功能变化，抗原刺激下免疫球蛋白产生明显减少，导致老年患者免疫功能减低，易发生各种感染或肿瘤[34]。由于骨科手术的应激以及术后的疼痛和创伤，可使脑血管的粥样硬化产生加重的表现，从而出现脑出血、脑部的腔梗和脑大面积梗塞等疾病的发生。长期卧床时，血管内的血液淤滞，可导致老年患者血栓的发生。

#### 5.1. 全身麻醉对老年患者术后血液系统并发症的影响

有研究显示，全身麻醉虽易于控制，配合气管插管机械通气有良好的麻醉效果，但在麻醉诱导期和

气管拔除时会对患者产生明显刺激,血流动力学波动较大[35]。全麻诱导气管内插管常引起儿茶酚胺反应,对高危患者容易造成威胁。有报道称,使用全身麻醉的患者下肢深静脉血栓发生率可达35%。全麻气管插管可引起应激反应,引起血小板聚集,加速血液凝固。全身麻醉难以彻底阻断手术区域痛觉传入神经,手术操作中伤害性刺激仍可向中枢传递,导致血流动力学出现大幅度波动[36],延长术后呼吸功能恢复及拔管时间。

## 5.2. 椎管内麻醉对老年患者术后血液系统并发症的影响

椎管内麻醉将麻醉药物注射到患者椎管腔隙中,有利于术中与术后控制和管理,牵拉反应较小,有助于保持患者血流动力学稳定,局麻药残余可减轻术后疼痛,从而减轻应激反应。研究显示,椎管内麻醉术后患者出现下肢深静脉血栓的概率明显低于全麻,有利于促进患者康复[37]。其主要原因可能在于:1) 椎管内麻醉不会激活凝血因子 VIII,因此血小板不会出现大量聚集的情况,血液黏度能够有效降低,机体的血液供应与循环明显较好。2) 椎管内麻醉有促进动脉血流的作用,有利于静脉排空,抑制血栓的形成。3) 椎管内麻醉能降低术后患者骨折处血窦渗血的风险,对局部小血管血流起到抑制作用,避免术中和术后失血过多[38]。

## 5.3. 区域神经阻滞复合全身麻醉对老年患者术后血液系统并发症的影响

骨科手术后,随着麻醉药物逐渐代谢,会出现较为明显的疼痛[39]。老年患者往往患有高血压、冠心病等循环系统疾病,术后疼痛可能造成严重的不良后果。区域神经阻滞具有血流动力学相对稳定的优点,但存在阻滞不全的问题,而复合全身麻醉能够有效弥补这一缺陷。Kratz T [40]等研究证实骨科手术采用超声引导下神经阻滞联合全身麻醉的方式可获得完善而持久的镇痛效果,且对血流动力学的影响较小,既利用全身麻醉来保证呼吸道的安全,又利用了区域神经阻滞来保证镇痛效果[41],对老年患者预后较好。

## 6. 总结

对于老年患者骨科手术,无论行何种麻醉方式,其安全性是相对的[42]。全身麻醉虽然能达到较为满意的麻醉效果,但对老年患者的心肺功能要求高,对循环系统、呼吸系统影响较大,术后并发症较多。椎管内麻醉具有镇痛效果确切、对患者呼吸功能影响小、便于控制平面、术中出血少的优点,但老年患者多有韧带纤维化或钙化还合并椎体肥大和骨质增生,椎管穿刺可能比年轻人困难,往往会增加穿刺的风险[43]。且加重了老年患者的肝、肾脏器负担,术后可能发生急性肝肾功能衰竭,继而对心肺脑功能造成损害,形成恶性循环,甚至出现不可逆转的并发症。近年来,区域神经阻滞复合全身麻醉在不同类型的手术中广泛应用并取得了较好的临床效果。此种麻醉方式对痛觉神经传导进行阻断,有效防止了剧烈的疼痛感对患者心肺、大脑等重要器官造成的不利影响,有利于维持血流动力学指标稳定。相较于单纯全身麻醉,其对血流动力学影响较小,可有效降低老年患者疼痛程度及术后严重并发症的发生率[44]。老年患者围术期内的安全性是相对的,没有一种绝对安全的麻醉方法,每种麻醉方法均有优缺点,只有术前尽量处理好合并症,选择相对合理的麻醉方法和麻醉药品才是正确的麻醉方式[45]。另外,面对老年急难危重患者的手术时,需要多学科参与,共同权衡手术的必要性和风险性,强调术前风险评估,提前处理合并症,再根据病情选择合适的麻醉方式。

## 参考文献

- [1] Corcoran, T.B. and Hillyard, S. (2011) Cardiopulmonary Aspects of Anaesthesia for the Elderly. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **25**, 329-354. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2011.07.002>
- [2] Coburn, M., Röhl, A.B., Knobe, M., et al. (2016) Anesthesiological Management of Elderly Trauma Patients. *Der Anaesthetist*, **65**, 98-106. <https://doi.org/10.1007/s00101-016-0136-9>

- [3] Pauley, E., Orgel, R., Rossi, J.S. and Strassle, P.D. (2019) Age-Stratified National Trends in Pulmonary Embolism Admissions. *CHEST*, **156**, 733-742. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.05.021>
- [4] Mallet, R.T., Burtscher, J., Richalet, J.P., Millet, G.P. and Burtscher, M. (2021) Impact of High Altitude on Cardiovascular Health: Current Perspectives. *Vascular Health and Risk Management*, **17**, 317-335. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S294121>
- [5] Aksoy, M., Ince, I., Ahiskalioglu, A., et al. (2015) Spinal Anaesthesia at Low and Moderately High Altitudes: A Comparison of Anaesthetic Parameters and Hemodynamic Changes. *BMC Anesthesiology*, **15**, Article No. 123. <https://doi.org/10.1186/s12871-015-0104-y>
- [6] Tinubu, J. and Scalea, T.M. (2015) Management of Fractures in a Geriatric Surgical Patient. *Surgical Clinics of North America*, **95**, 115-128. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2014.09.017>
- [7] Zhang, F., Zhang, R., He, L., et al. (2017) Effects of Preoperative Chronic Hypoxemia on Geriatrics Outcomes after Hip Arthroplasty: A Hospital-Based Retrospective Analysis Study. *Medicine*, **96**, e6587. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006587>
- [8] Neuman, M.D., Feng, R., Carson, J.L., et al. (2021) Spinal Anesthesia or General Anesthesia for Hip Surgery in Older Adults. *New England Journal of Medicine*, **385**, 2025-2035. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2113514>
- [9] Elkassabany, N.M., Abraham, D., Huang, S., et al. (2017) Patient Education and Anesthesia Choice for Total Knee Arthroplasty. *Patient Education and Counseling*, **100**, 1709-1713. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2017.04.014>
- [10] Guay, J., Parker, M.J., Griffiths, R. and Kopp, S. (2017) Peripheral Nerve Blocks for Hip Fractures. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 5, Article No. CD001159. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001159.pub2>
- [11] Oliver-Fornies, P., Espinosa Morales, K., Fajardo-Pérez, M., et al. (2022) Modified Supraclavicular Approach to Brachial Plexus Block. *Journal of Clinical Anesthesia*, **76**, Article ID: 110585. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2021.110585>
- [12] Fu, G., Li, H., Wang, H., et al. (2021) Comparison of Peripheral Nerve Block and Spinal Anesthesia in Terms of Post-operative Mortality and Walking Ability in Elderly Hip Fracture Patients—A Retrospective, Propensity-Score Matched Study. *Clinical Interventions in Aging*, **16**, 833-841. <https://doi.org/10.2147/CIA.S311188>
- [13] Finsterwald, M., Muster, M., Farshad, M., et al. (2018) Spinal versus General Anesthesia for Lumbar Spine Surgery in High Risk Patients: Perioperative Hemodynamic Stability, Complications and Costs. *Journal of Clinical Anesthesia*, **46**, 3-7. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.01.004>
- [14] Bhushan, S., Huang, X., Duan, Y. and Xiao, Z. (2022) The Impact of Regional versus General Anesthesia on Postoperative Neurocognitive Outcomes in Elderly Patients Undergoing Hip Fracture Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Surgery*, **105**, Article ID: 106854. <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2022.106854>
- [15] Cwik, J. (2012) Postoperative Considerations of Neuraxial Anesthesia. *Anesthesiology Clinics*, **30**, 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2012.07.005>
- [16] Soffin, E.M. and Memtsoudis, S.G. (2018) Anesthesia and Analgesia for Total Knee Arthroplasty. *Minerva Anestesiologica*, **84**, 1406-1412. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.18.12383-2>
- [17] Joshi, G., Gandhi, K., Shah, N., et al. (2016) Peripheral Nerve Blocks in the Management of Postoperative Pain: Challenges and Opportunities. *Journal of Clinical Anesthesia*, **35**, 524-529. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.08.041>
- [18] Bouche, P. (2020) Neuropathy of the Elderly. *Revue Neurologique*, **176**, 733-738. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2019.11.007>
- [19] Leary, M.C. and Varade, P. (2020) Perioperative Stroke. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, **20**, Article No. 12. <https://doi.org/10.1007/s11910-020-01033-7>
- [20] Liu, X., Ji, J. and Zhao, G.-Q. (2020) General Anesthesia Affecting on Developing Brain: Evidence from Animal to Clinical Research. *Journal of Anesthesia*, **34**, 765-772. <https://doi.org/10.1007/s00540-020-02812-9>
- [21] Kreuer, S. and Hüppe, T. (2017) Das Zentralnervensystem (ZNS) als Zielorgan der Allgemeinanästhesie [The Central Nervous System as the Target Organ of General Anesthesia]. *Der Anaesthetist*, **66**, 643-644. <https://doi.org/10.1007/s00101-017-0358-5>
- [22] Yokose, M., Takaki, R., Mihara, T., et al. (2022) Hypotension after General Anesthesia Induction Using Remimazolam in Geriatric Patients: Protocol for a Double-Blind Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*, **17**, e0275451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275451>
- [23] Li, J., Krishna, R., Zhang, Y., Lam, D. and Vadivelu, N. (2020) Ultrasound-Guided Neuraxial Anesthesia. *Current Pain and Headache Reports*, **24**, Article No. 59. <https://doi.org/10.1007/s11916-020-00895-3>
- [24] Boselli, E., Hopkins, P., Lamperti, M., et al. (2021) European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Guidelines on Peri-Operative Use of Ultrasound for Regional Anaesthesia (PERSEUS Regional Anesthesia): Peripheral Nerves Blocks and Neuraxial Anaesthesia. *European Journal of Anaesthesiology*, **38**, 219-250.

- <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001383>
- [25] Barrington, M.J. and Snyder, G.L. (2011) Neurologic Complications of Regional Anesthesia. *Current Opinion in Anaesthesiology*, **24**, 554-560. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32834ae1f7>
- [26] Alvis, B.D. and Hughes, C.G. (2015) Physiology Considerations in Geriatric Patients. *Anesthesiology Clinics*, **33**, 447-456. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2015.05.003>
- [27] Cho, S.J. and Stout-Delgado, H.W. (2020) Aging and Lung Disease. *Annual Review of Physiology*, **82**, 433-459. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-021119-034610>
- [28] Santer, P., Wachtendorf, L.J., Suleiman, A., *et al.* (2022) Mechanical Power during General Anesthesia and Postoperative Respiratory Failure: A Multicenter Retrospective Cohort Study. *Anesthesiology*, **137**, 41-54. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004256>
- [29] Neto, A.S., Hemmes, S.N., Barbas, C.S., *et al.* (2016) Association between Driving Pressure and Development of Postoperative Pulmonary Complications in Patients Undergoing Mechanical Ventilation for General Anaesthesia: A Meta-Analysis of Individual Patient Data. *The Lancet Respiratory Medicine*, **4**, 272-280. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(16\)00057-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(16)00057-6)
- [30] Bigatello, L. and Pesenti, A. (2019) Respiratory Physiology for the Anesthesiologist. *Anesthesiology*, **130**, 1064-1077. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002666>
- [31] Zhan, L., Zhang, Y.-J. and Wang, J.-X. (2021) Combined Fascia Iliaca Compartment Block and Monitored Anesthesia Care for Geriatric Patients with Hip Fracture: Two Case Reports. *World Journal of Clinical Cases*, **9**, 8268-8273. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i27.8268>
- [32] Chen, D.X., Yang, L., Ding, L., *et al.* (2019) Perioperative Outcomes in Geriatric Patients Undergoing Hip Fracture Surgery with Different Anesthesia Techniques: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine*, **98**, e18220. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018220>
- [33] Baker, M.D. and Gullett, J.P. (2015) Ultrasound-Guided Femoral Nerve Blocks. *Pediatric Emergency Care*, **31**, 864-868. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000000634>
- [34] Crooke, S.N., Ovsyannikova, I.G., Poland, G.A. and Kennedy, R.B. (2019) Immunosenescence: A Systems-Level Overview of Immune Cell Biology and Strategies for Improving Vaccine Responses. *Experimental Gerontology*, **124**, Article ID: 110632. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110632>
- [35] Zheng, X., Tan, Y., Gao, Y. and Liu, Z. (2020) Comparative Efficacy of Neuraxial and General Anesthesia for Hip Fracture Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *BMC Anesthesiology*, **20**, Article No. 162. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01074-y>
- [36] Yeung, B.G., Ma, M.W., Scolaro, J.A. and Nelson, A.M. (2022) Cannabis Exposure Decreases Need for Blood Pressure Support During General Anesthesia in Orthopedic Trauma Surgery. *Cannabis and Cannabinoid Research*, **7**, 328-335. <https://doi.org/10.1089/can.2021.0009>
- [37] Liu, J., Zhong, H., DeMeo, D., *et al.* (2021) Controlled Hypotension during Neuraxial Anesthesia Is Not Associated with Increased Odds of In-Hospital Common Severe Medical Complications in Patients Undergoing Elective Primary Total Hip Arthroplasty—A Retrospective Case Control Study. *PLOS ONE*, **16**, e0248419. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248419>
- [38] Weinstein, S.M., YaDeau, J.T. and Memtsoudis, S.G. (2018) Lack of Association between Levels and Length of Intraoperative Controlled Hypotension and Acute Kidney Injury in Total Hip Arthroplasty Patients Receiving Neuraxial Anesthesia. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, **43**, 725-731. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000813>
- [39] Gadsden, J., McCally, C. and Hadzic, A. (2010) Monitoring during Peripheral Nerve Blockade. *Current Opinion in Anaesthesiology*, **23**, 656-661. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32833d4f99>
- [40] Kratz, T., Dette, F., Schmitt, J., *et al.* (2015) Impact of Regional Femoral Nerve Block During General Anesthesia for Hip Arthroplasty on Blood Pressure, Heart Rate and Pain Control: A Randomized Controlled Study. *Technology and Health Care*, **23**, 313-322. <https://doi.org/10.3233/THC-150898>
- [41] Moreno, I., Tsamassiottis, S., Ettinger, M., Fischer-Kumbruch, M. and Przemec, M. (2022) Original Paper Femoral Nerve Blockade versus Local Infiltration Analgesia for Primary Knee Arthroplasty. Randomised Controlled Trial. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, **54**, 387-392. <https://doi.org/10.5114/ait.2022.123346>
- [42] Guay, J., Parker, M.J., Gajendragadkar, P.R. and Kopp, S. (2016) Anaesthesia for Hip Fracture Surgery in Adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 2, Article No. CD000521. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000521.pub3>
- [43] Akcan, A., Şanal Baş, S. and Güleç, M.S. (2020) Effect of Regional or General Anesthesia Methods on Mortality According to Age Groups in Geriatric Hip Surgery Patients. *AGRI*, **32**, 72-78. <https://doi.org/10.14744/agri.2019.56689>
- [44] Scurrah, A., Shiner, C.T., Stevens, J.A. and Faux, S.G. (2018) Regional Nerve Blockade for Early Analgesic Manage-



ment of Elderly Patients with Hip Fracture—A Narrative Review. *Anaesthesia*, **73**, 769-783.  
<https://doi.org/10.1111/anae.14178>

- [45] Lim, B.-G. and Lee, I.-O. (2020) Anesthetic Management of Geriatric Patients. *Korean Journal of Anesthesiology*, **73**, 8-29. <https://doi.org/10.4097/kja.19391>