

第三章 运动医学手术的麻醉方式选择与技术要点

运动医学手术可以按手术部位分为上肢手术（肩关节手术、肘关节手术、腕关节手术）与下肢手术（髋关节手术、膝关节手术、踝关节手术），也可根据手术方式分为开放手术与关节镜下手术。麻醉方式选择遵循在保证患者安全、无痛和舒适的前提下提供最佳手术操作条件及良好术后镇痛的原则，保证早期神经肌肉功能恢复，协助患者安全度过围手术期，平稳过渡到术后康复锻炼阶段。

运动医学患者由于具有年龄范围广、手术部位不同的特点，因此对麻醉方法与麻醉药物的选择，需根据患者全身状况、重要脏器功能及储备条件、手术部位、手术方式和时间长短、患者的心理状态及术后镇痛需要综合考虑。本章介绍运动医学手术中可供选择的麻醉方式及其技术要点。

第一节 区域麻醉

区域麻醉指的是使身体某一特定区域处于无痛和不能运动的状态。区域麻醉可进一步细分为以节段性脊髓水平为目标的麻醉技术（椎管内麻醉，如硬膜外麻醉、蛛网膜下腔阻滞麻醉、腰硬联合麻醉）、周围神经阻滞（如单支神经阻滞、筋膜平面阻滞、神经丛阻滞）、关节腔内麻醉和局部浸润麻醉。除椎管内麻醉外，其余麻醉方式又统称为局部麻醉。

区域麻醉的好处显而易见。在术后镇痛方面，相较于麻醉性镇痛药，椎管内麻醉和周围神经阻滞显著优化了术后镇痛效果，减轻了术后恶心、呕吐、肠梗阻、瘙痒等问题，更有利于患者功能康复。周围神经置管不仅可以使患者更早下地活动，改善膝关节术后的关节活动度（range of motion, ROM）等运动功能，缩短住院时间和康复期，还能降低患者出院后的再入院率。

单独局部麻醉适用于短小手术，具有操作简便、安全、并发症少、对生理功能影响小、可阻断各种不良反应、减轻手术创伤导致的应激反应及恢复快等优点。运动医学手术中常见的局部麻醉方式包括局部浸润麻醉、关节腔内麻醉及周围神经阻滞麻醉，但单纯局部麻醉常存在阻滞不易完善、患者舒适度差的问题，故使用上有局限性，常需复合全身麻醉或椎管内麻醉，局部麻醉也可作为全身麻醉或椎管内麻醉的辅助手段，增强麻醉效果，减少全身麻醉药用量，并提供术中及术后镇痛作用。

一、局部浸润麻醉

沿手术区域分层注射局麻药，阻滞组织中的神经末梢，称为局部浸润麻醉。临床



常用局麻药按作用时间长短进行分类，包括短效局麻药（普鲁卡因）、中效局麻药（利多卡因）、长效局麻药（布比卡因、丁卡因、罗哌卡因等）。注入组织的局麻药液需要有一定容积，使其在组织内形成张力性浸润，与神经末梢广泛接触，以增强麻醉效果。可根据需要来选择不同浓度的局麻药；药液中加入适量肾上腺素可延长局麻药的持续时间；浸润面积较大时，为防止局麻药毒性反应，可降低局麻药浓度以免用药量超过限量。筋膜下和骨膜等处神经末梢分布较多，可适当加大局麻药用量。

二、关节腔内麻醉

关节腔内麻醉是一种将局部麻醉药物直接注入关节腔内的麻醉技术，主要用于简单关节镜检查或疼痛管理，使用较多的场景包括髋关节、膝关节、肩关节等。关节腔内麻醉也可用于当神经阻滞不可行或存在禁忌时的一种镇痛选择，能够避免神经阻滞相关风险，如肩关节腔内麻醉替代肌间沟入路臂丛阻滞应用于肩关节镜手术或检查，能够避免肌间沟神经阻滞并发的膈神经阻滞风险。关节腔内麻醉的机制包括直接阻断关节腔内神经末梢以及对关节周围滑膜的阿片受体发挥作用，阻断关节囊表面的游离神经末梢及机械感受器，减轻关节镜手术中关节腔冲洗导致的关节囊扩张带来的急性疼痛。常用药物是罗哌卡因。局麻药中添加肾上腺素可以使局部血管收缩，减少局麻药经血管吸收，提高阻滞效果，减少关节囊内出血，延长局麻药作用时间，减少毒性反应的发生。

局麻药的应用与软骨细胞凋亡密切相关，虽然临床中严重不良事件病例报告较少，但已有基础研究证实部分局麻药与软骨细胞凋亡相关。关节腔内麻醉与软骨毒性相关的安全性仍存在争议，需要大样本临床研究进一步验证其安全性，并探索局麻药的种类及浓度选择，权衡罕见并发症的理论风险和关节腔内浸润的潜在益处。

三、周围神经阻滞

周围神经阻滞指将局麻药注射到外周神经干（丛）附近，通过暂时阻断神经冲动的传导，使该神经所支配的区域达到感觉和（或）运动阻滞，实现手术麻醉和镇痛。可以通过体表定位、神经刺激仪和超声引导技术来完成。由于神经干（丛）是混合性的，所以阻滞部位不仅有感觉神经的阻滞，且运动神经和自主神经也同时被阻滞。

神经阻滞的适应证主要取决于手术范围、手术时间、患者的精神状态及合作程度。如果手术部位局限于某一或某些神经干（丛）所支配范围，并且阻滞时间能满足手术需要者均可考虑神经阻滞麻醉。小儿或精神疾病等无法合作的患者，可复合基础麻醉或全身麻醉。凝血功能异常、穿刺部位感染、严重畸形和对局麻药过敏者为神经阻滞的禁忌证。

神经定位方法包括异感定位、神经刺激仪定位及超声定位。

异感定位：当穿刺针直接接触及神经时，在其支配的区域可出现异感，此时注射局麻药可获得满意的麻醉效果。但异感定位有麻醉效果不完善的可能，也有可能由于神经分布的部位、患者的状态等原因，无法引出异感，故其应用受到一定的限制。



神经刺激仪定位：神经刺激仪的原理为利用电刺激器产生脉冲电流并传送至绝缘穿刺针，当放电的针尖接近混合神经时，就会引起混合神经中的运动神经所支配的肌肉收缩，这样就可以通过肌肉收缩反应来定位。通常将刺激器的正极通过表面电极与患者的皮肤相连，负极连于穿刺针，设置初始电流为1~1.5mA；通过体表定位，逐渐将针尖向拟阻滞的神经方向推进，直至诱发该肌肉的收缩；然后将电流调至小于0.5mA，如仍有收缩反应，进一步降低电流至0.2mA，肌肉收缩消失，则认为针尖与目标神经距离合适，可注入局麻药。该方法的优点是定位准确，神经阻滞成功率高，但需要专用设备，费用较高。

超声定位：成功的神经阻滞麻醉的关键是确保神经结构周围局麻药的最佳扩散。异感定位或神经刺激仪定位的局限在于神经定位精确度受多种因素影响，如合并外伤或神经解剖变异，穿刺过程存在损伤神经及其周围结构的危险，且无法直接观察局麻药的扩散。而超声定位成像不仅可以在穿刺前评估各种复杂的神经解剖，还能够实时定位神经和穿刺注药过程，降低周围血管损伤的风险。实时观察注药情况，可减少神经内注射导致外周神经损伤的可能。已有研究证实，超声引导可以提供精确的神经和局麻药定位，提高神经阻滞的成功率，减少局麻药用量，降低局麻药毒性反应的风险，并缩短外周神经阻滞的起效时间，已逐渐取代异感定位及神经刺激仪定位，成为更精确的神经阻滞定位方法。

超声引导下的神经阻滞需要准备超声仪、超声探头、超声耦合剂、神经穿刺针、无菌巾、注射器等。在穿刺部位使用超声探头扫描神经区域，定位目标神经，穿刺针采用平面内或平面外进针，在超声引导下，调整穿刺针方向直达神经阻滞点。当针尖接近神经处于最佳位置时，即可在超声引导下注入局麻药，直至药物扩散至神经结构周围。如果局麻药扩散效果不满意，可以重新调整穿刺针。如果联合神经刺激仪，当穿刺针到达神经附近时会出现相应的目标肌肉运动，从而进一步提高神经阻滞的成功率。超声引导技术可减少局麻药物用量，尤其是在多种神经阻滞复合应用的情况下，对于老弱患者具有尤为明显的优势。

运动医学手术常用的神经阻滞及临床应用场景：肩关节手术中的肌间沟臂丛神经阻滞、肩胛上神经联合腋神经阻滞及锁骨上臂丛神经阻滞，肘关节、腕关节手术中的腋路臂丛神经阻滞，髋关节手术中的腰方肌阻滞、髂筋膜阻滞或髋关节囊周围神经阻滞，膝关节手术中的腰丛+坐骨神经阻滞及收肌管阻滞，髌骨手术中的股神经阻滞，踝关节手术中的腓窝坐骨神经阻滞或踝周神经阻滞。阻滞方案可选择单次神经阻滞或在目标神经周围置入连续阻滞导管进行连续神经阻滞。

1. 臂丛神经阻滞 臂丛神经由C₅~C₈及T₁脊神经前支组成，有时亦接受C₄及T₂脊神经前支发出的小分支。支配范围包括整个手、臂运动和绝大部分手、臂感觉。常用的臂丛神经阻滞入路包括肌间沟入路、腋路、锁骨上入路、锁骨下入路和喙突旁入路。近年来针对传统入路，临床研究描述了多种新的或选择性臂丛神经阻滞技术且被认为有广泛的应用前景。其中，也有学者在探索全能型臂丛神经阻滞技术方面取得进展，提出了经神经干入路阻滞和选择性神经干阻滞两种方法。全能型臂丛神经阻滞技



术被定义为使用单一入路技术即可实现从肩关节至末端手指手术的麻醉和镇痛，但目前仍需要进行高质量的临床研究以验证该技术的有效性和安全性。这里我们将对运动医学手术中常用的肌间沟入路与腋路进行介绍。

(1) 肌间沟臂丛神经阻滞：此入路适用于从锁骨远端到肩关节和肱骨近端的手术麻醉和镇痛。对肩部、上臂及桡侧阻滞效果较好，而对前臂和尺侧阻滞效果稍差，且尺侧阻滞起效缓慢，有时需增加药液容量才能达到前臂和尺侧阻滞效果。患者取仰卧位或半坐卧位，肩部下可垫薄枕头，头偏向对侧。探头垂直于皮肤，在锁骨上窝处识别锁骨下动脉外侧和后侧的臂丛神经，向近端移动逐渐变为水平斜面扫描肌间沟（前、中斜角肌之间）、 $C_5\sim C_7$ 脊神经根前支（圆形或椭圆形低回声结构），此时成像位置为斜角肌间隙，也俗称经典肌间沟入路阻滞处。另外，操作者也可从 C_5 颈椎横突开始识别神经根出口，向远端依次识别 $C_{5\sim 7}$ 横突和神经根直至经典肌间沟入路阻滞处。选择肌间沟 $C_5\sim C_7$ 脊神经根前支成像清晰处进行穿刺，建议穿刺针以切线法接近目标神经，避免突破肌筋膜后针尖因惯性而误伤神经。采用平面内进针技术，选择筋膜外或筋膜内单点或多点注药，熟练者可选择平面外进针技术。筋膜外注药位置位于中斜角肌的肌外膜和臂丛筋膜鞘之间，针尖应不刺破筋膜鞘；筋膜内注药是指针尖刺破筋膜鞘在 $C_5\sim C_6$ 或 $C_6\sim C_7$ 之间注药。注药的过程中应观察局麻药物扩散的情况，肌筋膜内注药不必追求局麻药物围绕神经的“包裹征”。如局麻药物扩散不理想，应调整针尖位置并再次注药。穿刺针位置满意后，成人一次注入局麻药20~25mL。1%~1.5%利多卡因溶液加用1:200 000肾上腺素可提供3~4h神经阻滞效果。若手术时间长，罗哌卡因（0.3%~0.5%）或布比卡因（0.25%~0.5%）可提供8~12h麻醉效果。由于肩部手术后疼痛程度通常为中到重度，为了提供更长时间的镇痛作用，单次肌间沟臂丛阻滞可采用高浓度的长效局麻药（0.5%布比卡因溶液、0.5%~0.75%罗哌卡因溶液）。不管是持续输注还是自控给药，同样的药物在连续阻滞时，需要使用更低的浓度。值得注意的是，使用连续肌间沟阻滞时，需要有经验的专业人员精心管理。一旦导管移位，就需要重新留置。由于局麻药向近端和浅层扩散，分布于肩部和锁骨部位皮肤的颈丛锁骨上分支通常也被阻滞。肌间沟臂丛神经阻滞的主要并发症有：误入蛛网膜下腔引起全脊麻；高位硬膜外麻醉；局麻药毒性反应；损伤椎动脉；星状神经节、喉返神经和膈神经阻滞。为了预防全脊麻或血管内注药引起的全身毒性反应，注药前应回吸，并注意每注入5mL局麻药回吸一次。

(2) 腋路臂丛神经阻滞：腋路臂丛神经阻滞主要适用于近端肘关节到远端手指手术的麻醉与镇痛，在运动医学领域主要用于肘及腕关节手术的麻醉及术后镇痛。患者取仰卧位，患侧手臂外展 90° 并屈曲肘部（呈敬礼姿势），充分暴露腋窝区域。选用高频线阵探头，将探头放置于腋横纹处，垂直于上肢长轴进行扫描。首先识别腋动脉，其在超声图像中呈圆形或椭圆形，有明显搏动，腋静脉位于腋动脉内侧，可通过探头加压使其闭合以便于区分。以腋动脉为中心，寻找其周围高回声的终末神经分支。超声成像时，可向近端和远端移动扫描，适当加压探头将静脉血管压瘪，寻找血管分支少、神经显像清晰的部位作为穿刺点；探头稍向外侧移动，可在喙肱肌和肱二头肌之



间找到肌皮神经。常采用平面内进针技术，穿刺针由外向内进针，缓慢推进，确保针尖始终处于超声平面内，直至靠近目标神经。回抽无血后，方可注射局麻药。通常先阻滞位于肱二头肌与喙肱肌之间的肌皮神经；再调整针尖至腋动脉深部阻滞桡神经；退针并调整进针角度至腋动脉上外侧阻滞正中神经；最后进针至腋动脉内侧阻滞尺神经。注射过程中，密切观察药物在神经周围的扩散情况，确保药物完整包裹神经。当臂丛显示不清时，可直接把局麻药物注射至腋动脉的深部、后侧和前侧，使腋动脉被药物环形包绕。腋路阻滞法每根神经周围局麻药用量10mL左右，药物选择及浓度同前述肌间沟阻滞法。腋路臂丛神经阻滞局麻药毒性反应发生率较高，可能是局麻药量大或误入血管引起，故注药时要反复回抽，确保穿刺针不在血管内。

2. 肩胛上神经联合腋神经阻滞 肩胛上神经在锁骨上窝起源于臂丛上干，沿肩胛舌骨肌深面向后下方走行至冈上窝；腋神经自臂丛后束分出后走行于肩胛下肌浅面经肩胛下肌下外侧缘，在前方关节囊下方与旋肱后动脉伴行，穿四边孔至肩部后侧，向外走行于三角肌深面。肩胛上神经与腋神经共同支配约90%的肩关节神经，联合阻滞对肩关节手术的镇痛效能堪比肌间沟臂丛阻滞，且能够减少上肢大范围运动阻滞和膈神经阻滞，适用于合并呼吸系统疾病、无法耐受用力肺活量降低20%以上患者的肩关节镇痛。

(1) 肩胛上神经阻滞：肩胛上神经是一个小的低回声圆形结构，从臂丛上干发出，向后走行。常用的入路有前路（锁骨上窝）及后路（冈上窝）。前路是将超声探头斜矢状位置于锁骨上窝，平行于锁骨，观察锁骨下动脉和臂丛。随后将探头向后上方滑动，即可定位肩胛上神经。采用平面内技术由后向前进针，穿透肩胛舌骨肌，直至神经旁的筋膜平面内，推注3~5mL局麻药完成阻滞。由于药液可通过筋膜平面扩散到臂丛上干和膈神经，此入路应避免给予较大容量。后路是先将探头于冠状面放置于肩胛冈上方，随后调整探头与肩胛冈平行，在超声影像上可见线性高回声的肩胛冈，再缓慢调整超声探头，直到出现U形的肩胛上切迹，在切迹中可见肩胛上神经。通常位于肩胛上韧带下1~2cm，呈高回声，也可用彩色多普勒确定在肩胛上神经之上的肩胛上动脉和静脉，在避开血管的情况下可进行神经阻滞，推注3~5mL局麻药。

(2) 腋神经阻滞：通常取患者坐位或者侧卧位，上臂自然下垂放置。将探头在肩峰下2cm处与肱骨干平行放置，平移、倾斜探头，调整至超声图像可见三角肌、小圆肌、肱骨、肱三头肌长头及旋肱后动脉。在旋肱后动脉头侧可见腋神经，推注5~7mL局麻药即可达到神经阻滞效果。

3. 腰方肌阻滞 腰方肌阻滞（quadratus lumborum block, QLB）是通过将局麻药物注入腰方肌邻近的筋膜间隙或腰方肌内，阻滞走行于椎旁间隙和（或）筋膜间隙内的神经，从而达到镇痛效果。在髋关节手术中，腰方肌阻滞应用广泛。因其具有操作简单、患者耐受性良好、镇痛范围更广等优点，且在提供良好镇痛效果的同时，对下肢肌力影响较小，有助于促进患者的康复和早期功能恢复。目前临床上常用的4种穿刺入路，根据注射部位与腰方肌方位关系命名，分别是腰方肌外侧入路阻滞、后路阻滞、前路阻滞和腰方肌内阻滞。不同腰方肌阻滞入路的阻滞范围略有差异，临床适应



证也不同。其中，腰方肌前路阻滞被认为是髋关节周围镇痛的最佳入路。前路腰方肌阻滞注药靶点位于腰方肌前方，即腰方肌与腰大肌之间的肌肉筋膜层间隙，注射药物后可见腰大肌下压。患者通常取侧卧位，将凸阵探头冠状位置于腋后线，肋缘下与髂嵴之间，向后移动，直至显示腰方肌、腰大肌、竖脊肌平面（即三叶草征），采用平面内进针技术由背侧向腹侧进针。推荐使用0.2%~0.5%罗哌卡因，容量为每侧0.2~0.4mL/kg或15~30mL。小儿用量方面，欧洲和美国区域麻醉与疼痛医学学会推荐患儿使用罗哌卡因的剂量为0.5~1.5mg/kg。

4. 髂筋膜间隙阻滞 髂筋膜间隙阻滞是一种通过将局部麻醉药注入髂筋膜与髂腰肌之间的间隙，阻滞间隙内相关神经（股神经、闭孔神经、股外侧皮神经和生殖股神经）而产生麻醉与镇痛作用的区域阻滞技术。该技术最初由Winnie等在1973年提出“三合一阻滞”概念，后经Dalens等完善，现已成为下肢近端手术尤其是髋关节手术镇痛的重要方法。患者取仰卧位，患侧下肢轻度外展15°~20°。常用入路有三种，包括“沙漏征”（又称“领结征”）腹股沟韧带上入路、“山坡征”腹股沟韧带上入路、腹股沟韧带下入路。

（1）“沙漏征”腹股沟韧带上入路：选用高频线阵探头，在髂前上棘位置，将探头跨腹股沟韧带矢状位放置，定位髂前上棘后向内侧滑动探头，依次辨认腹壁肌肉、缝匠肌、髂肌和髂筋膜，可见腹内斜肌与部分缝匠肌筋膜形成“沙漏征”。下方为髂肌，最深层为髂骨，髂筋膜位于髂肌表面，旋髂深动脉在髂筋膜的上方搏动。采用平面内技术，从尾侧进针，可在旋髂深动脉下方刺破髂筋膜，回抽无血，给予少量的局麻药确认针尖的位置，当针尖位于髂筋膜与髂肌之间时，给予30~40mL局麻药。给药的过程中，超声下可见局麻药在髂筋膜和髂腰肌之间扩散，同时可见旋髂深动脉被“抬高”。

（2）“山坡征”腹股沟韧带上入路：选用高频线阵探头，同样在髂前上棘位置将探头置于腹股沟区，探头内侧端朝向肚脐，外侧端置于髂前上棘，可微调探头的位置或角度，将探头外侧端向尾侧移动5mm左右，避开髂前上棘。即可见皮下组织、腹内斜肌、腹横肌、髂肌及髂前上棘由浅入深排列，其中高回声的髂筋膜覆盖于髂肌表面。采用平面内技术进针，由外侧向内侧进针穿破髂筋膜，给予2~3mL局麻药确认针尖的位置，确认后给予局麻药30~40mL。超声下显示髂筋膜下方扩张、药液向头侧扩散。

（3）腹股沟韧带下入路：选用高频线阵探头，将探头横向放置于腹股沟皱褶处，内外平移探头可识别搏动的股动脉。超声图像浅层可见皮肤和皮下脂肪，外侧有时可见部分缝匠肌，中层由外向内可见股神经、股动脉和股静脉，深层为髂腰肌；髂筋膜位于股神经浅面。随后将探头向头部或尾部滑动，直到获得股神经和髂筋膜的最佳图像。用平面内技术，从探头外侧进针，针尖在缝匠肌和髂腰肌交界处穿透髂筋膜，回抽无血后，先注入2~3mL药液确认针的位置，直到看到局麻药液由内向外推开髂筋膜，则认为针尖位置合适，可推注局麻药30~40mL。

5. 髋关节囊周围神经阻滞 髋关节具有复杂的神经支配，研究表明，前囊主要由



伤害感受纤维提供，而后囊则接受没有感觉纤维的机械感受器的神经支配。髋关节前囊和髋臼上部是感受伤害性神经支配最密集的区域，是髋关节手术后疼痛的主要来源。2018年由Giron-Arango等首次报道了一项针对髋关节前囊感觉神经的髋关节囊周围神经阻滞，能为髋部提供有效镇痛的同时基本不影响股四头肌肌力，使下肢运动功能得到极大保留，可有效降低围手术期并发症，利于早期康复。将线阵探头斜向置于腹股沟上方以成像股骨头，向头端缓慢移动直至能观察到连续的高回声骨性结构（即髂前下棘、髌趾隆突、耻骨上支）和耻骨浅面低回声的耻骨肌、股动脉、股静脉等影像。随后将探头横向置于髂前下棘水平，逐步向内平移并旋转 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，使其与耻骨上支对齐，以获得满意的髌趾切迹和椭圆形腰大肌肌腱影像。通常采用平面内方式进针，当穿刺针由外向内抵达肌腱和耻骨之间的筋膜平面时，回抽无血即可分次注药。髋关节囊周围神经阻滞的平均作用时间为 $6\sim 32\text{h}$ ，常用局麻药为 $0.2\%\sim 0.5\%$ 罗哌卡因或布比卡因，剂量 $8\sim 30\text{mL}$ 。而在局麻药物中辅用肾上腺素 $1:40\text{万}\sim 1:20\text{万U}$ 和地塞米松 4mg 可适当延长作用时间。注射 $10\sim 20\text{mL}$ 的药物可覆盖髋关节前囊， 20mL 的剂量可完全覆盖股神经、闭孔神经和副闭孔神经的关节分支。

6. 腰丛神经阻滞 腰丛由 T_{12} 、 $L_1\sim L_4$ 神经前支构成，位于腰大肌深面、腰椎横突前方，即腰大肌间隙。腰丛神经阻滞主要作用于走行于腰大肌间隙的股神经、闭孔神经、股外侧皮神经。临床上腰丛神经阻滞常联合骶丛或坐骨神经阻滞用于下肢（特别是髋和膝）手术的麻醉与镇痛。得益于超声技术的进步，腰丛神经阻滞的阻滞成功率显著提高。随着研究的深入，超声引导腰丛神经阻滞的技术路径日益丰富，这里主要介绍常用的“三叉戟”“三阶梯”与“三叶草”3种腰丛神经阻滞技术。而由于腰丛神经阻滞为深部神经阻滞技术，不管采用哪种超声引导的入路，都建议联合神经刺激仪进行穿刺操作。

(1)“三叉戟”法：患者取侧卧位，凸阵探头纵向放置于棘突旁，长轴平行于后正中中线，进行旁矢状面扫描，获得连续的高回声骶骨板声像后，探头向头侧滑动，直至获得 $L_5\sim S_1$ 关节突或横突间隙的声像（即缺损的骨性声像），依次计数直至显示 $L_2\sim L_4$ 横突间隙的影像。确定目标横突声像，即“三叉戟”征。采用平面外技术进针并联合神经刺激仪穿刺，初始设定电流强度 1mA ，调整进针方向，直至针尖接近神经时，可见目标肌肉（股四头肌）收缩，然后分别调小电流至 0.5mA 、 0.3mA 两档，并观察股四头肌的收缩情况。若肌肉在电流在小于 0.3mA 时不收缩，而在 $0.3\sim 0.5\text{mA}$ 区间时收缩，即可推注局麻药。

(2)“三阶梯”法：患者侧卧位，同“三叉戟”法，确定 L_4 横突的矢状面声像后，旋转探头 90° ，获得 L_4 棘突、关节突和横突（或椎板）的横切面声像（呈三阶梯状）。标记横突的深度，探头向头侧滑动直至 L_4 横突消失，超声图像中由浅至深依次显示竖脊肌、腰方肌、横突间韧带声像及腰大肌。通常情况下可在横突深度的腹侧 $1\sim 2\text{cm}$ 处、腰大肌间隙内可见高回声的腰丛声像。采用平面内技术进针从探头外侧端进针，针尖穿过竖脊肌进入腰大肌间隙。联合神经刺激仪穿刺给药，同“三叉戟”法。

(3)“三叶草”法：患者侧卧位，凸阵探头横置于腹外侧部，紧贴髂嵴，调整探头



角度，超声下可见L₄横突、竖脊肌、腰方肌、腰大肌，呈三叶草状。探头继续向头侧平移，直至L₄横突消失，即为横突间隙平面。腰大肌间隙内可显示高回声的腰丛声像。采用平面内技术从探头后侧端进针，针尖穿过竖脊肌进入腰大肌间隙。联合神经刺激器穿刺给药，同“三叉戟”法。

7. 坐骨神经阻滞 坐骨神经来源于L₄~S₃脊神经，是骶丛的主要分支之一，在坐骨大孔处，位于臀大肌和梨状肌深面；经梨状肌下孔出盆腔，穿过坐骨结节与股骨大转子之间的臀下间隙；在股骨小转子水平，坐骨神经走行于股后部，在股二头肌深面下行；在腘窝处，坐骨神经分支为胫神经和腓总神经。坐骨神经阻滞是骶丛的分支阻滞技术，临床上主要联合腰丛神经阻滞（或股神经阻滞、隐神经阻滞）用于下肢手术的外科麻醉与术后镇痛。超声引导坐骨神经阻滞，特别是高位坐骨神经阻滞，有时显现并不清晰，建议联合神经刺激仪操作。

(1) 骶旁入路：骶旁入路坐骨神经阻滞联合腰丛阻滞可用于髋部及以下部位的手术麻醉。患者取侧卧位，屈髋屈膝，皮肤消毒。将探头放置于髂后上棘，方向垂直于坐骨结节和髂后上棘连线，超声可见连续的高亮线状髂骨声像，探头继续沿线下滑动，获得坐骨大孔水平的超声图像。此时，高亮的髂骨声线出现缺损，可见两侧的骨性回声标志，即骶骨和髂骨，坐骨神经位于两者之间，浅层为臀大肌和梨状肌。采取平面内技术，从内侧或外侧进针，针尖到达目标位置后，回抽无血，缓慢注射20mL局麻药。

(2) 臀下间隙入路：此入路位于坐骨结节与股骨大转子之间的水平，与骶旁入路相比，该部位药物很少能扩散至骶丛，对臀下神经等影响较轻；同时该入路具有很高的股后皮神经阻滞率，是临床较为常用的高位坐骨神经阻滞入路。臀下间隙入路坐骨神经阻滞联合股神经或腰丛阻滞可用于近端股骨、膝关节及以下部位的手术麻醉。患者取侧卧位，屈髋屈膝，将探头横置于坐骨结节和股骨大转子连线的中点位置。沿上述连线来回滑动探头，获得坐骨结节和股骨大转子间的坐骨神经超声结构图。采取平面内技术，从外侧进针，针尖到达目标位置后，回抽无血，缓慢注射20mL局麻药。

(3) 臀下入路：此入路在臀横纹下方，在股骨小转子水平附近，此处的坐骨神经位置较为表浅，操作较为简单。该入路阻滞平面不及臀上入路，不适合髋部及大腿近端手术的麻醉，可联合腰丛或股神经阻滞用于大腿远端及以下部位手术的麻醉。患者取侧卧位，屈髋屈膝，将探头横置于臀横纹下方的位置，做短轴切面扫描。滑动探头，可获得位于股二头肌与大收肌之间坐骨神经的高回声椭圆形结构。采取平面内技术，由外侧进针，针尖到达目标位置后，回抽无血，缓慢注射适量局麻药。

(4) 前路：此入路大约位于股骨小转子水平，不需侧卧位，可仰卧位实施。但前路坐骨神经位置较深，穿刺不适感较强，需要复合使用合适的镇静药物。该入路阻滞平面亦较低，不适用于髋部手术，可用于大腿远端、膝部、小腿和足部的手术。患者仰卧位，大腿外展外旋，探头置于大腿前内侧，腹股沟下约8cm处（股骨小转子水平）。滑动探头，在股骨的内侧、大收肌深面可见圆形或椭圆形高回声结构（坐骨神经）。确认目标后，采用平面内技术，从内侧进针，针尖到达目标位置后，回抽无血，



缓慢注射适量局麻药。

(5) 腘窝入路：此入路阻滞水平位于坐骨神经的末端，一般用于足部手术麻醉。患者处于仰卧位或侧卧患侧朝上，将探头横置于腘窝皮肤上方，短轴切面扫描。滑动探头，寻找搏动的腘动脉声像，坐骨神经一般位于腘动脉或腘静脉浅面，呈圆形或椭圆形高回声影像。获得目标声像后，采用平面内技术，从探头外侧进针，针尖到达目标位置后，回抽无血，缓慢注射30~40mL局麻药。

8. 股神经阻滞 股神经为腰丛最大的分支。起源于L₂~L₄神经根腹支，在髂肌上方下行，从腹股沟韧带处出骨盆，位于阔筋膜与髂筋膜下方，股动脉外侧1~2cm处。髂耻韧带从内侧将神经与动脉分离。股神经阻滞可用于大腿前部、股骨、膝关节、小腿内侧和足部的麻醉和镇痛。联合坐骨神经和闭孔神经阻滞则可以实现整个下肢的麻醉。股神经阻滞作为一个比较基础的技术，其成功率较高，并发症发生率较低，被广泛应用于手术麻醉及术后镇痛。患者取仰卧位，腿部外展，超声仪器放置于待阻滞侧的对侧。将高频超声探头放置于术侧腹股沟区，探头方向与腹股沟平行。确定股动脉及股静脉。利用彩色多普勒以及静脉可被探头加压闭塞来鉴别股血管。在股部上下扫查近端及远端来确定股动脉的分支：股总动脉、股深动脉以及旋股外侧动脉。向动脉分支的近端扫查，可见单一动脉以及单一静脉的图像。股神经位于股动脉分支上方外侧1~2cm处。股神经通常表现为一个长圆形、扁平的高回声结构，位于髂肌上方，其内黑色的低回声区为神经束结构。穿刺针在髂筋膜下方向股神经方向进针，针尖插入神经深层和外侧。确保针尖位于髂筋膜下方，15~30mL的局部麻醉药分次注射，每次5mL。放置股神经连续阻滞导管可以提供持续镇痛，提高和延长镇痛效果，减少对阿片类药物的需求以及副作用的发生，同时缩短住院时间，提高术后康复和关节活动水平。

收肌管阻滞：收肌管阻滞是通过阻滞隐神经在收肌管内的走行段，实现膝关节及小腿内侧区域的镇痛，而最大限度地保留股四头肌肌力，有利于术后早期活动和康复。患者取仰卧位，下肢轻度外展、外旋，将探头置于大腿内侧、髌骨上缘10~15cm处，与股骨长轴垂直，寻找股动脉搏动。采取平面内技术，外侧进针，经股内侧肌表面，穿入缝匠肌深面，针尖穿刺至隐神经与股动脉之间，回抽无血后，推注15~30mL局麻药，可见药液包绕隐神经前方及内侧，推动神经远离动脉。

9. 踝部神经阻滞 踝部神经阻滞作为一种区域麻醉技术，可用于踝关节手术的镇痛。踝部神经阻滞包括支配足部的5条神经：胫神经、隐神经、腓深神经、腓浅神经及腓肠神经。超声探头选择高频线阵探头（12~18MHz），深度设置2~4cm，聚焦区域调整至靶神经深度。

(1) 胫神经：经内踝后方的踝管，位于胫后动脉后方，分为足底内、外侧神经，支配足底皮肤、肌肉及关节。于内踝后方横断面扫描，胫神经呈高回声束状结构，位于胫后动脉后方，动态扫描可见其向足底分支；采用平面内技术，由内侧向外侧进针，目标为动脉-神经界面。

(2) 腓深神经：沿胫前动脉外侧下行，穿过伸肌支持带深面，位于趾长伸肌腱与



趾长伸肌腱之间，支配第一趾蹠区及部分足背皮肤。于踝关节前方，胫骨远端横断面扫描，可见胫前动脉旁呈“双环征”，神经通常位于动脉外侧；采用平面内技术，针尖抵达动脉外侧筋膜层，注射药物形成“新月形”扩散。

(3) 腓浅神经：此神经于小腿中下1/3处穿出深筋膜，分为内侧支和外侧支，分布于足背外侧，支配足背皮肤（除第一趾蹠区外）外踝前方。采用线阵探头沿小腿外侧横切，可见皮下筋膜层内多束低回声结构，动态追踪可见其向足背分支；采用皮下扇形浸润，覆盖神经分支分布区域。

(4) 隐神经：为股神经终末支，沿大隐静脉走行至内踝前方，支配足内侧缘皮肤。在内踝前缘大隐静脉旁，呈点状高回声；采用平面内技术，沿大隐静脉前缘皮下浸润。

(5) 腓肠神经：由胫神经与腓总神经分支汇合形成，沿跟腱外侧下行至外踝后方，支配足外侧及小趾外侧皮肤。此神经位于外踝后方，跟腱外侧，常与小隐静脉伴行；针尖抵达跟腱外侧筋膜层，注射形成“液性隔离带”可达到阻滞目的。

四、区域麻醉并发症

主要分为局麻药毒性反应、过敏反应及穿刺引起的并发症。

1. 局麻药毒性反应 当血液中局麻药浓度超过一定阈值时，会发生局麻药的全身毒性反应，累及中枢神经系统和心血管系统，严重程度和血药浓度直接相关。中枢神经系统较心血管系统更敏感，对于清醒患者来说，中枢神经系统常为局麻药中毒反应的先兆，初期症状包括眩晕、口周麻木，逐渐出现耳鸣、视物不清、多语、寒战、惊恐不安及定向障碍等。继续发展则可出现意识丧失、昏迷，面部肌群和四肢远端震颤、肌肉抽搐，最终发生强直阵挛性惊厥。如果局麻药大剂量快速入血时，将迅速出现中枢神经系统抑制状态，产生心血管系统毒性反应，初期表现为由于中枢神经系统兴奋而间接引起的心动过速和血压升高；晚期则由于局麻药的直接作用，使心肌收缩力减弱、心排血量降低，引起心律失常；松弛血管平滑肌，使小动脉扩张，血压下降。当血药浓度极高时，可出现周围血管广泛扩张，心脏传导阻滞，心率缓慢，甚至心搏骤停。

局麻药毒性反应的常见原因包括：局麻药剂量过大或浓度过高，误入血管，患者耐受力降低等。因此，局部麻醉操作同其他所有麻醉方法一样，须对患者进行必要的监测、准备供氧及复苏设备和抢救药品，谨慎操作，注药前回抽确认没有血管内注射等。发现局麻药中毒反应和体征后，应立即停止注入局麻药，维持气道通畅，给予吸氧，开放静脉输液，维持氧合及血流动力学稳定。轻度毒性反应多属于一过性症状，对于紧张或烦躁者，给予适量苯二氮草类药物即可控制症状。对于发生惊厥或抽搐的患者，首选静脉应用苯二氮草类药物，也可使用丙泊酚或硫喷妥钠，但应注意使用剂量以免发生呼吸抑制或加重血流动力学不稳定。如初步处理后仍持续惊厥发作，可使用小剂量短效肌肉松弛药。如发生心搏骤停，应立即进行心肺复苏。目前在局麻药中毒时使用脂肪乳剂治疗的效果仍存在争议，目前可供参考的用药方案为：在持续心肺复苏的同时，静脉注射20%脂肪乳剂1.5mL/kg，然后以0.25mL/(kg·min)速率静



脉输注；如果5分钟后循环恢复不满意，可重复静脉注射首剂量，并将输注速率增至 $0.5\text{mL}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 直到循环恢复。

2. 局麻药过敏反应 在使用少量局麻药后，出现皮肤红斑、风团、咽喉水肿、支气管痉挛、血管神经性水肿，甚至休克等症状。但临床中局麻药过敏反应并不常见，临床上常易将毒性反应或对局麻药中添加的肾上腺素所发生的不良反应误认作过敏反应，应根据患者症状仔细鉴别。

3. 穿刺引起的并发症

(1) 神经损伤：在进行穿刺时可直接损伤神经，尤其伴异感时。使用短斜面穿刺针及超声引导下神经定位可减少神经损伤发生率，穿刺时还应避免神经束或神经鞘内注射。

(2) 血肿形成：周围神经阻滞时偶可见血肿形成，血肿对局麻药扩散及穿刺定位均有影响，穿刺时采用尽可能细的穿刺针，在靠近血管的部位穿刺时谨慎操作。

(3) 感染：操作时无菌原则不严格或穿刺经过感染组织可将感染进一步扩散，因此穿刺点有局部感染应视为局部麻醉禁忌证。

第二节 椎管内麻醉

椎管内麻醉是将局部麻醉药物注入椎管内的不同腔隙，可逆性地阻断或减弱相应脊神经传导功能的一种麻醉方法。椎管内麻醉包括蛛网膜下腔阻滞（又称脊麻）和硬脊膜外隙阻滞两种，后者还包括骶管麻醉。

局部麻醉药物注入蛛网膜下腔，主要作用于脊神经根所引起的阻滞称为蛛网膜下腔阻滞，又称脊麻，其中作用于腰部及其以下部位的蛛网膜下腔又称为腰麻。局部麻醉药物在硬膜外间隙作用于脊神经根，使相应节段的感觉和交感神经完全被阻滞，运动神经被部分或完全阻滞，这种方法称为硬脊膜外隙阻滞。

一、椎管的解剖

脊椎由7节颈椎、12节胸椎、5节腰椎、融合在一起的5节骶椎以及3~4节尾椎组成。典型的椎骨由椎体和椎弓两部分组成。椎弓根上下有切迹，相邻的切迹围成椎间孔，供脊神经通过。位于上、下两棘突之间的间隙是椎管内神经阻滞的常用穿刺路径。从颈椎到第4胸椎棘突与椎体的横截面呈水平位，穿刺时可垂直进针。从第4胸椎至第12胸椎，棘突呈叠瓦状排列，穿刺方向要向头侧倾斜 $45^\circ\sim 60^\circ$ 方可进入。而腰椎的棘突与椎体平行，垂直进针较易进入椎管。

相邻两节椎骨的椎弓及其棘突由三条韧带相互连接，从椎管内向外依次为：黄韧带、棘间韧带及棘上韧带。黄韧带几乎全由弹力纤维构成，是连接椎弓板之间的韧带，其从上位椎弓板的下缘和内面，连至下位椎弓板的上缘和外缘，参与围成椎管的后壁和后外侧壁，刺入黄韧带时的阻力感和刺穿后的落空感均较显著，常以此作为是否到达硬膜外间隙的依据。穿刺时，借助于穿刺针，可感知此韧带的坚实感，穿刺针再前



进，一旦失去阻力，便知已进入硬膜外间隙。老年人棘上韧带可发生钙化，经正中线穿刺困难，可调整穿刺点和穿刺方向，避开棘上韧带，以减少穿刺困难。

脊髓是中枢神经系统的一部分，位于椎管内，呈圆柱状。脊髓上端起始自枕骨大孔，上端与延髓相连，下端呈圆锥形，随个体的发育而不同，在胚胎期充满整个椎管腔，至新生儿终止于第3腰椎或第4腰椎，成人则在第1~2腰椎之间，平均长度为42~45cm。成人在第2腰椎以下的蛛网膜下腔中只有脊神经，即马尾神经。因此成人行脊麻时多选择在第2腰椎以下的间隙，避免损伤脊髓。一般颈部下段脊髓与脊椎相差一个节段，上胸段相差2个节段，下胸段相差3个节段，腰椎则相差4~5个节段。新生儿脊髓终止于L₃~L₄，随年龄增长逐渐上移，因此运动医学手术的儿童患者需根据年龄调整穿刺间隙。

二、蛛网膜下腔阻滞

蛛网膜下腔阻滞麻醉是通过穿刺针将局麻药注入蛛网膜下腔的脑脊液中，产生神经阻滞作用的一种麻醉方法。现在认为，蛛网膜下腔阻滞是局麻药通过阻滞脊神经根而发挥其作用。未离开椎管的脊神经根没有神经外膜覆盖，暴露在含局麻药的脑脊液中，通过背根进入中枢神经系统的传入冲动及通过前根离开中枢神经系统的传出冲动均被阻滞。因后根多为无髓鞘的感觉神经纤维及交感神经纤维，本身对局麻药特别敏感，前根多为有髓鞘的运动神经纤维，对局麻药敏感性差，所以局麻药阻滞顺序先从自主神经开始，其次为感觉神经纤维，而传递运动的神经纤维及有髓鞘的躯体感觉纤维最后被阻滞。具体顺序为：血管舒缩神经纤维-寒冷刺激-温感消失-对不同温度的辨别-慢痛-快痛-触觉消失-运动麻痹-压力感觉消失-本体感觉消失，阻滞消退的顺序与阻滞顺序则相反。交感神经阻滞总是先出现而最后消失、因而易造成术后低血压，尤易出现直立性低血压，故术后过早改变患者的体位是不恰当的。交感神经、感觉神经、运动神经阻滞的平面并不一致，一般来说，交感神经的阻滞平面比感觉消失的平面高2~4个神经节段。感觉消失的平面比运动神经阻滞平面高1~4个神经节段。

1. 适应证 下肢手术，如髋关节、膝关节及踝关节开放手术或关节镜手术，镇痛效果可比硬膜外阻滞更完全，且可避免止血带不适。

2. 禁忌证

(1) 精神病、严重神经官能症以及小儿等不能合作的患者。

(2) 严重低血容量的患者：此类患者在脊麻发生作用后，可能发生血压骤降甚至心搏骤停，故术前访视患者时，应切实重视失血、脱水及营养不良等有关情况，特别应衡量血容量状态，并仔细检查，以防意外。

(3) 凝血功能异常的患者：凝血功能异常者包括血小板数量与质量异常以及凝血功能异常等，穿刺部位易出血，可导致血肿形成及蛛网膜下腔出血，重者可致截瘫。

(4) 穿刺部位有炎症或感染者，脊麻有可能将致病菌带入蛛网膜下腔引起急性脑脊膜炎的危险。



(5) 中枢神经系统疾病,特别是脊髓或脊神经根病变者,麻醉后有可能后遗长期麻痹;疑有颅内高压患者也应列为禁忌。

(6) 脊椎外伤或有严重腰痛病史以及不明原因脊神经压迫症状者,禁用脊麻。脊椎畸形者,解剖结构异常,也应慎用脊麻。

(7) 全身感染的患者慎用脊麻。

3. 技术细节

(1) 穿刺前准备:在穿刺前备好急救设备和物品(麻醉机和氧气、气管插管用品等),以及药物(如麻黄碱和阿托品等)。麻醉前用药本着适度镇静的原则,但用量不宜过大,以免导致患者意识模糊无法配合穿刺及阻滞平面的调节,避免导致血压骤降。

(2) 穿刺体位:蛛网膜下腔穿刺体位,一般可取侧卧位或坐位。以前者最常用,坐位适用于肥胖体型患者间隙触摸不清、侧卧位穿刺困难者。侧卧位时应注意脊柱的轴线是否水平,取左侧或右侧卧位,两手抱膝,大腿贴近腹壁。头尽量向胸部屈曲,使腰背部向后弓成弧形,以使棘突间隙张开,便于穿刺。背部与床面垂直,平齐手术台边沿。采用重比重液时,手术侧置于下方;采用轻比重液时,手术侧置于上方。坐位时臀部与手术台边沿相齐,两足踏于凳上,两手置膝,头下垂,使腰背部向后弓出。这种体位需有助手协助,以扶持患者保持体位不变。如果患者于坐位下出现头晕或血压变化等症状,应立即改为平卧,经处理后改用侧卧位穿刺。

(3) 穿刺部位和消毒范围:成人蛛网膜下腔常选用 L_{2-3} 或 L_{3-4} 棘突间隙,此处的蛛网膜下腔较宽,脊髓于此也已形成终丝,可避免损伤脊髓。如果该间隙较窄,可上移或下移一个间隙作穿刺点。穿刺前须严格消毒皮肤,消毒范围应上至肩胛下角,下至尾椎,两侧至腋后线。消毒后穿刺点处需铺孔巾或无菌单。

(4) 穿刺方法:穿刺点可用1%~2%利多卡因溶液作皮内、皮下和棘间韧带逐层浸润。常用的蛛网膜下腔穿刺术有直入法及旁入法。①直入法:用左手拇、示指两指固定穿刺点皮肤。将穿刺针在棘突间隙中点,与患者背部垂直,针尖稍向头侧作缓慢刺入,并仔细体会针尖处的阻力变化。当针穿过黄韧带时,有阻力突然消失:“落空”感觉,继续推进常有第二个“落空”感觉,提示已冲破硬膜而进入蛛网膜下腔。如果进针较快,常将黄韧带和硬膜一并刺穿,则往往只有一次“落空”感觉。这种“落空感”在老年患者常不明显。②旁入法:于棘突间隙中点旁开1.5cm处作局部浸润。穿刺针与皮肤约呈 75° 对准棘突间孔刺入,经黄韧带及硬脊膜而达蛛网膜下腔。本法可避开棘上及棘间韧带,特别适用于韧带钙化的老年患者或脊椎畸形或棘突间隙不清楚的肥胖患者。针尖进入蛛网膜下腔后,拔出针芯即有脑脊液流出,如未见流出可旋转针杆 180° 或用注射器缓慢抽吸。经上述处理仍无脑脊液流出者,应重新穿刺。穿刺时如遇骨质,应改变进针方向,避免损伤骨质。经3~5次穿刺而仍未能成功者,应改换间隙另行穿刺。

(5) 药物选择:蛛网膜下腔阻滞较常用的局麻药有普鲁卡因、丁卡因、布比卡因和罗哌卡因。其作用时间取决于脂溶性及蛋白结合力。短时间的手术可选择普鲁卡因,而长时间的手术可用布比卡因、丁卡因及罗哌卡因。普鲁卡因的成人用量为



100~150mg，常用浓度为5%，麻醉起效时间为1~5min，维持时间仅45~90min。布比卡因常用剂量为8~12mg，最多不超过20mg，一般用0.5%~0.75%浓度，起效时间需5~10min，可维持2~2.5h。丁卡因常用剂量为10~15mg，常用浓度为0.33%，起效缓慢，需5~20min，麻醉平面有时不易控制，维持时间2~3h。罗哌卡因常用剂量为5~10mg，常用浓度为0.375%~0.5%。

(6) 影响阻滞平面的因素：阻滞平面是指皮肤感觉消失的界限。麻醉药注入蛛网膜下腔后，必须在短时间内主动调节和控制麻醉平面达到手术所需的范围，且又要避免平面过高。许多因素影响蛛网膜下腔阻滞平面，其中最重要的因素是局麻药的剂量及比重、椎管的形状以及注药时患者的体位。患者体位和局麻药的比重是调节麻醉平面的两个主要因素，局麻药注入脑脊液中后，重比重液向低处移动，轻比重液向高处移动，等比重液即停留在注药点附近。但是体位的影响主要在5~10min内起作用，超过此时限，药物已与脊神经充分结合，体位调节的作用就会消失。脊椎的四个生理弯曲在仰卧位时，L₃最高，T₆最低，如果经L₂~L₃间隙穿刺注药，患者转为仰卧后，药物将沿着脊柱的坡段向胸段移动，使麻醉平面偏高；如果在L₃~L₄或L₄~L₅间隙穿刺，患者仰卧后，大部分药液向骶段方向移动，骶部及下肢麻醉较好，麻醉平面偏低。一般而言，注药的速度愈快，麻醉范围愈广；相反，注药速度愈慢，药物愈集中，麻醉范围愈小（尤其是低比重液），一般以每5秒注入1mL药物为适宜。穿刺针斜口方向对麻醉药的扩散和平面的调节有一定影响，斜口方向向头侧，麻醉平面易升高；反之，麻醉平面不宜过多上升。局麻药的剂量对阻滞平面影响不大，由于重比重液的下沉作用，不同剂量的局麻药均能达到相同的阻滞平面，但低剂量的阻滞强度和作用时间都低于高剂量组。

三、硬膜外腔阻滞

将局麻药注入硬脊膜外间隙，阻滞脊神经根，使其支配的区域产生暂时性麻痹，称为硬膜外腔阻滞。硬膜外腔阻滞有单次法和连续法两种。单次法系穿刺后将预定的局麻药全部陆续注入硬膜外间隙以产生麻醉作用；连续法是在单次法基础上发展而来，通过穿刺针，在硬膜外间隙留置一导管，根据病情、手术范围和时间，分次给药，使麻醉时间得以延长，并发症明显减少。运动医学手术中常用腰段硬膜外腔阻滞，应用于下肢关节手术的麻醉及术后镇痛，禁忌证同蛛网膜下腔阻滞。

局麻药注入硬膜外腔后，沿硬膜外间隙进行上下扩散，部分经过毛细血管进入静脉；一些药物渗出椎间孔，产生椎旁神经阻滞，阻滞脊神经根及周围神经；有些药物也可经过蛛网膜下腔，阻滞脊神经根；尚有一些药物直接透过硬膜及蛛网膜，进入脑脊液中。鉴于局麻药在硬膜外腔中要进行多处扩散和分布，需要比蛛网膜下腔阻滞大得多的容量才能发挥硬膜外腔阻滞的作用，所以容量是决定硬膜外腔阻滞范围的重要因素，大容量局麻药阻滞范围广。而浓度是决定硬膜外腔阻滞效果的重要因素，高浓度局麻药使神经阻滞更完全，包括运动、感觉及自主神经功能均被阻滞。相反，可通过稀释局麻药浓度，获得分离阻滞，这种分离阻滞尤其适用于术后镇痛，即仅阻滞感



觉神经而保留运动神经功能。硬膜外腔阻滞可在任何脊神经节段处穿刺，通过调节局麻药的容量和浓度来达到所需的阻滞平面和阻滞程度。

1. 穿刺前准备 硬膜外腔阻滞的局麻药用量较大，为预防中毒反应，麻醉前可给予巴比妥类或苯二氮草类药物。对阻滞平面高、范围大或迷走神经兴奋患者，可同时加用阿托品，以防心率减慢，术前有剧烈疼痛者可适量使用镇痛药。目前，硬膜外穿刺包多为一次性使用，使用前检查穿刺包完整性及有效期。此外，为了防治全脊麻，须备好气管插管设备、给氧设备及其他急救用品。

2. 穿刺体位及穿刺部位 穿刺体位有侧卧位及坐位两种，临床上主要采用侧卧位，具体要求与蛛网膜下腔阻滞相同、穿刺点应根据手术部位选定，下肢手术通常选择 $L_3\sim L_4$ 棘突间隙。

3. 穿刺方法及置管 硬膜外间隙穿刺术有直入法和旁入法两种。老年人棘上韧带钙化、脊柱弯曲受限制者，一般宜用旁入法。硬膜外穿刺的手法及针尖所经过的组织层次与蛛网膜下腔阻滞时相同，穿刺针穿透黄韧带后，根据阻力的突然消失、推注无菌注射用水或盐水无阻力、负压的出现以及无脑脊液流出等现象，即可判断穿刺针已进入硬膜外间隙。临床上一般穿刺到黄韧带时，阻力增大有韧感，此时可将针芯取下，用一内含约2mL无菌注射用水或盐水和一个小气泡（约0.25mL）的3~5mL玻璃注射器与穿刺针衔接，当推动注射器芯时即感到有弹回的阻力感且小气泡受压缩小，此后边进针边推动注射器芯试探阻力，一旦突破黄韧带则阻力消失，犹如“落空感”，同时注液毫无阻力，表示针尖已进入硬膜外间隙。临床上也可用负压法来判断硬膜外间隙，即抵达黄韧带后拔出针芯，于针尾置一滴液体（悬滴法）或于针尾置一盛有液体的玻璃接管（玻管法），当针尖穿透黄韧带而进入硬膜外间隙时，悬滴（或管内液体）被吸入，这种负压现象于头胸段穿刺时比腰段更为明显。除上述两项指标外，临床上还有多种辅助试验方法用以确定硬膜外间隙，包括抽吸试验（硬膜外间隙抽吸无脑脊液）、正压气囊试验（正压气囊进入硬膜外间隙而塌陷）及置管试验（在硬膜外间隙置管无阻力）。试验用药也可初步判断是否在硬膜外间隙。

确定针尖已进入硬膜外间隙后，即可经针蒂插入硬膜外导管。插管前应先测量皮肤至硬膜外间隙的距离，然后进行置管，导管再进入硬膜外腔4~6cm，然后边拔针边固定导管，直至将针退出皮肤，在拔针过程中不要随意改变针尖的斜口方向，并切忌后退导管以防斜口割断导管。针拔出后，调整导管在硬膜外的长度，使保留在硬膜外腔的导管长度在2~3cm；如需要术后镇痛时，该硬膜外导管长度可为4~6cm。然后在导管尾端接上注射器，注入少许生理盐水，如无阻力，并回吸无血或脑脊液，即可固定导管。置管过程中，如患者出现肢体异感或弹跳，提示导管已偏于一侧而刺激脊神经根，为避免脊神经损害，应将穿刺针与导管一并拔出，重新穿刺置管。如需将导管退出重插时，须将导管与穿刺针一并拔出。如导管内有全血流出，经冲洗无效后，应考虑另换间隙穿刺。

4. 常用局麻药及药量 用于硬膜外腔阻滞的局麻药应该具备弥散性强、穿透性强、毒性小，且起效时间短、维持时间长等特点。目前常用的局麻药有利多卡因、丁



卡因、布比卡因和罗哌卡因等。利多卡因起效快，5~10min即可发挥作用，在组织内渗透扩散能力强，所以阻滞完善，效果好，常用1%~2%浓度，作用持续时间为1.5h，成年人一次最大用量为400mg。丁卡因常用浓度为0.25%~0.33%，10~15min起效，维持时间达3~4h，一次最大用量为60mg。布比卡因常用浓度为0.5%~0.75%，4~10min起效，可维持4~6h，但肌肉松弛效果只有0.75%溶液才满意。

罗哌卡因是第一个纯镜像体长效酰胺类局麻药。等浓度的罗哌卡因和布比卡因用于硬膜外神经阻滞所产生的感觉神经阻滞近似，而对运动神经的阻滞前者则不仅起效慢、强度差且有效时间也短。鉴于罗哌卡因的这种明显的感觉-运动阻滞分离特点，运动医学手术中常用罗哌卡因硬膜外腔用药作术后镇痛。常用浓度为0.2%，总剂量可用至12~28mg/h。决定硬膜外麻醉阻滞范围的最主要因素是药物的容量，容量愈大，阻滞范围愈广，反之则阻滞范围越窄。快速注药对扩大阻滞范围的作用有限。而决定阻滞强度及作用持续时间的主要因素则是药物的浓度。应根据穿刺部位和手术要求选择不同浓度的局麻药。此外，浓度的选择与患者全身情况有关，健壮患者所需的浓度宜偏高；虚弱或年老患者，浓度要偏低。导管的位置和方向也影响阻滞范围。

四、腰硬联合阻滞

联合蛛网膜下腔与硬膜外腔阻滞，也简称腰硬联合阻滞，是将蛛网膜下腔阻滞与硬膜外腔阻滞联合使用的技术，既具有脊麻起效快、效果确切、局麻药用量小的优点，又有硬膜外腔阻滞可连续性、便于控制平面和可用作术后镇痛的优点。腰硬联合阻滞的用药方案因手术要求而有所不同。在下肢手术中，蛛网膜下腔阻滞可选用0.5%~0.75%布比卡因溶液，宜控制在10mg以内，可加入芬太尼25 μ g。当蛛网膜下腔阻滞15min以后，如果平面低于或未达到手术要求的阻滞水平或单纯蛛网膜下腔阻滞不能满足较长时间手术的要求考虑硬膜外镇痛时，则需要经硬膜外导管给药。经硬膜外导管给予2%利多卡因溶液1.5mL，观察5min，如果平面上升仅为约两个脊椎平面，提示硬膜外导管位置合适。如果导管在蛛网膜下腔，则阻滞平面升高明显，但该试验剂量一般不会引起膈肌麻痹。确认硬膜外导管在硬膜外腔后可每5分钟给予2%利多卡因溶液3mL，直至阻滞达到理想平面，一般每次升高1~2个脊椎平面。90~120min后可考虑经硬膜外导管追加局麻药，如2%利多卡因溶液或0.5%~0.75%布比卡因溶液5~8mL。如果脊髓麻醉平面能满足整个手术要求，则术中硬膜外腔不需要给药，或仅作为术后镇痛。

五、椎管内麻醉并发症

1. 心血管系统并发症 低血压和心动过缓是椎管内阻滞最常见的反应。严重的低血压和心动过缓会导致心搏骤停，是椎管内阻滞严重的并发症。避免不必要的阻滞平面过广、纠正低血容量，在椎管内麻醉前必须建立通畅的静脉通路，输入适量液体是预防低血压和心动过缓的方法。

2. 呼吸系统并发症 严重呼吸抑制或呼吸停止极为罕见。呼吸停止多由全脊髓



阻滞或广泛的硬膜外腔阻滞时，局麻药直接作用于延髓呼吸中枢或严重低血压导致脑干缺血以及呼吸肌麻痹所引起；硬膜外腔阻滞对呼吸的影响与运动阻滞平面和程度相关。

3. 全脊髓麻醉 多由硬膜外腔阻滞剂量的局麻药误入蛛网膜下腔所引起，注药后迅速出现广泛的感觉和运动神经阻滞。表现为注药后迅速出现的意识不清、瞳孔扩大固定、呼吸停止、肌无力、低血压、心动过缓等症状，甚至出现室性心律失常或心搏骤停。穿刺时应正确操作，确保局麻药注入硬膜外腔；注药前回吸确认无脑脊液回流，缓慢注射及反复回吸。强调采用试验剂量，且从硬膜外导管给药，试验剂量不应超过脊麻用量，观察时间足够。如发生硬膜穿破建议改用其他麻醉方法。如继续使用硬膜外腔阻滞，应严密监测并建议硬膜外腔少量分次给药。

4. 异常广泛的脊神经阻滞 异常广泛脊神经阻滞是指硬膜外腔阻滞时注入常用量局麻药后，出现异常广泛的脊神经被阻滞现象，与全脊髓麻醉的区别在于延迟出现（注药后约10~15min）的广泛神经被阻滞，阻滞范围呈节段性，没有意识消失和瞳孔的变化，常表现为严重的呼吸循环功能不全。与全脊髓麻醉相同，应严密监测并维持呼吸和循环功能稳定，直至局麻药阻滞脊神经的作用完全消退。

5. 尿潴留 椎管内阻滞常引起尿潴留，需留置导尿管，延长患者出院时间。尿潴留由位于腰骶水平支配膀胱的交感神经和副交感神经麻痹所致，也可因应用阿片类药物或患者不习惯卧位排尿所引起。如果膀胱功能失调持续存在，应除外马尾神经损伤的可能性。

6. 硬脊膜穿破后头痛 硬脊膜穿破后头痛（postdural puncture headache, PDPHA）是脊麻后常见的并发症，其发生率在3%~30%；也是硬膜外阻滞常见的意外和并发症，发生率约为1.5%。一般认为硬脊膜穿破后头痛是由于脑脊液通过硬脊膜穿刺孔不断漏入硬脊膜外腔，使脑脊液压力降低所致。症状通常延迟出现，最早1d、最晚7d，一般为12~48h、70%患者在7d后症状缓解，90%在6个月内症状完全缓解或恢复正常；头痛特点为体位相关，即在坐起或站立15min内头痛加重，平卧后30min内头痛逐渐缓解或消失；症状严重者平卧时亦感到头痛，转动头颈部时疼痛加剧。头痛为双侧性，通常发生在额部和枕部或两者兼有，极少累及颞部。可能伴随有其他症状：前庭症状（恶心、呕吐、头晕）、耳蜗症状（听觉丧失、耳鸣）、视觉症状（畏光、闪光暗点、复视、调节困难）、骨骼肌症状（颈部强直、肩痛）。PDPHA危险因素分为患者因素及操作因素，患者因素最重要的是年龄，其中年轻人发病率高，其他因素有女性、妊娠、慢性双侧性张力性头痛病史，既往有硬脊膜穿破后头痛史、既往有意外穿破硬脊膜史，有研究表明低体重指数的年轻女性发生硬脊膜穿破后头痛的风险最大。操作因素的影响包括脊麻时细针发病率低、锥形针尖较切割型针尖发病率低；穿刺针斜口与脊柱长轴方向平行发病率低，穿刺次数增加时发病率高。在硬膜外腔阻力消失试验中，使用不可压缩介质（通常为生理盐水）较使用空气意外穿破硬脊膜的发生率低。

减少脑脊液渗漏，恢复正常脑脊液压力为PDPHA的治疗重点。硬脊膜穿破后发



生轻度到中度头痛的患者，应卧床休息、注意补液和口服镇痛药治疗。有些患者无须特殊处理，头痛能自行缓解。中度到重度头痛等待自行缓解的病例，可给予药物治疗。硬膜外腔充填法是治疗硬脊膜穿破后头痛最有效的方法，适用于症状严重且难以缓解的病例。穿刺点选择在硬膜穿破的节段或下一个节段，可选用无菌自体血 10~20mL 或 6% 中分子量右旋糖酐溶液 15~20mL。

7. 神经机械性损伤 神经损伤的发生率，脊麻为 3.5/10 000~8.3/10 000，硬膜外腔阻滞为 0.4/万~3.6/万。其多由穿刺针或导管的直接机械损伤或椎管内占位病变导致的间接机械损伤导致。穿刺时的感觉异常和注射局麻药时出现疼痛、临床上出现超出预期时间和范围的运动阻滞、运动或感觉阻滞的再现，均需排除神经损伤。如出现进展性的神经症状，如伴有背痛或发热则高度可疑硬膜外腔血肿或脓肿，应尽快行影像学检查以明确诊断。确认发生神经机械性损伤后应立即静脉给予大剂量的类固醇激素（氢化可的松 300mg/d，连续 3d），严重损伤者可立即静脉给予甲泼尼龙，同时给予神经营养药物。有神经占位性损伤应立即请神经外科诊治。

8. 导管折断或打结 发生的原因有导管被穿刺针切断、导管质量较差、导管拔出困难，以及导管置入过深等。拔出导管后应确认导管的完整性。如遇导管拔出困难，应使患者处于与穿刺相同的体位，不要强行拔出。椎肌群强直者可用热敷或在导管周围注射局麻药；可用钢丝管芯作支撑拔管；导管留置 3d 以便导管周围形成管道有利于导管拔出；硬膜外导管具有较高的张力，有时可以轻柔地持续牵拉使导管结逐渐变小，以便能使导管完整拔出。如果导管断端位于硬膜外腔或深部组织内，手术方法取出导管经常失败，且残留导管一般不会引起并发症，所以不必进行椎板切除术以寻找导管，应密切观察。

第三节 全身麻醉

麻醉药经呼吸道吸入或静脉、肌内注射进入人体，产生中枢神经系统的抑制，临床表现为神志消失、全身的痛觉丧失、遗忘、反射抑制和一定程度的肌肉松弛，这种方法称为全身麻醉。在运动医学的手术中，全身麻醉适用于肩关节手术、长时间大范围手术、椎管内麻醉或局部麻醉无法满足手术需要者、患者存在椎管内麻醉及局部麻醉禁忌或无法配合完成椎管内麻醉及局部麻醉的情况等。

运动医学手术多为择期手术，全身麻醉的目标是安全地为手术创造满意的镇静与镇痛，同时确保快速、可预期的恢复，术后早期进行运动功能恢复的评估并早期康复锻炼。因此，选择半衰期短、代谢迅速、体内蓄积少的药物尤为重要，同时，对于全身麻醉术后完善、精准的多模式镇痛及术后恶心呕吐的防治也应引起重视。全身麻醉复合局部麻醉（外周神经阻滞、关节腔内注药、切口局部浸润麻醉）不仅能减少术中阿片类药物的用量，降低术后恶心、呕吐的发生，还能提供良好的镇痛效果，并通过局部麻醉用药剂量及浓度的精准把控，在镇痛的同时最大程度降低对术后运动功能评估及康复的影响。



全身麻醉过程分为麻醉诱导、麻醉维持和麻醉苏醒三个阶段。

1. 麻醉诱导 是指患者接受全身麻醉药后,由清醒状态到神志消失,并进入全身麻醉状态后进行气管内插管或置入喉罩,这一阶段称为全身麻醉诱导期。诱导前应准备好麻醉机、气管插管用具及吸引器等,开放静脉和(或)胃肠减压管,测定血压和心率的基础值,并应监测心电图和脉搏血氧饱和度。

2. 麻醉维持 是从患者意识消失到手术或检查结束或基本结束,停止追加全身麻醉药的这段时期。全身麻醉维持期的主要任务是维持适当的麻醉深度以满足手术的要求,同时加强对患者的管理和调控,保证循环和呼吸等生理功能的稳定。根据维持用药分为吸入麻醉维持、静脉麻醉维持及复合麻醉维持。

3. 麻醉苏醒 是从停止追加全身麻醉药到患者意识完全恢复正常的时段。由于麻醉苏醒需要一定时间,此期间的并发症也较多,为保证患者的安全,全身麻醉后的患者应送到麻醉恢复室进行严密观察,待患者完全清醒和生命体征平稳后再送回普通病房。

为了确保患者的安全,全身麻醉时一般都要求建立人工气道。全身麻醉不同于普通的睡眠,全身麻醉对中枢神经系统,呼吸、循环系统以及对伤害性刺激的反应等均产生不同程度的抑制,甚至消失。

全身麻醉气管插管前需进行术前检测和评估,准备气道管理用具,重视预氧合操作,制订麻醉管理方案。运动医学常用的气道管理工具包括气管插管、喉罩及其他声门上管理工具等。

术前评估气道管理的难易程度是麻醉前访视患者的常规内容。对困难气道评估不足、处理不当易导致患者窒息,应引起重视。美国麻醉医师协会制定了困难气管插管临床识别原则。评估内容主要包括以下几个方面:①病史(既往存在气管插管困难病史的患者需要重视);②一般检查(外貌、体型、下颌、牙齿异常等);③头颈活动度;④口齿情况;⑤鼻腔、咽喉;⑥辅助检查(X射线、CT等)。病史询问、体格检查及特殊检查,可以帮助麻醉医师初步判断在麻醉诱导前,是否需要做好困难插管的准备。

其中,气管插管适用于全身麻醉的适应证:饱胃或有肠梗阻的患者,防止误吸;需频繁进行气管内吸引者;特殊体位或手术部位在头颈部或上呼吸道难以保持气道通畅者,如沙滩椅位肩关节手术,建议应用气管导管保障通气;面罩控制呼吸困难的患者;下颌后缩、巨舌症、声门上或声门下肿瘤及肿块压迫气道者。

而喉罩的置入不需颈部运动,不需肌肉松弛药及喉镜,操作简便。对患者刺激小,几乎没有喉痛和呛咳反应,在麻醉苏醒期易耐受,但由于喉罩没有插入气管,其套囊的密封不如气管内导管可靠,存在误吸的可能。患者体位变动或手术因素均有可能造成喉罩移位,影响通气功能。运动医学手术应结合手术方式、手术体位、手术时长等综合决定。麻醉过浅时可导致喉痉挛,使喉罩无法通气。喉罩在通气时不耐气道高压,在肺顺应性降低或气道阻力增高的患者,由于平台压的增高引起漏气,会造成通气不足,当气道峰压大于 $20\sim 25\text{cmH}_2\text{O}$ ($1\text{cmH}_2\text{O}=0.098\text{kPa}$)时易致胃胀气,对有声门上或下咽部的损伤、误吸高风险、重度肥大的扁桃体以及明显的喉或气管的偏移患者



都不宜选用。

气管拔管需明确拔管指征并准备相应物品，重视并预防气道管理相关并发症。对于肩关节手术尤其是肩关节镜手术，气管拔管前应注意评估手术侧气道周围软组织水肿程度，是否存在周围组织挤压气管、导致气管偏移、气道水肿等影响气道通畅的因素，如高度怀疑存在上述因素，则谨慎拔除气管导管，必要时可延迟拔管，待气道周围软组织水肿肿胀恢复后再次评估拔管指征。

（弭馨宁、宋春雨、戎玉兰）

参 考 文 献

- [1] 中华医学会麻醉学分会区域麻醉学组. 外周神经阻滞并发症防治专家共识 [J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36 (9): 913-919.
- [2] 邓小明, 姚尚龙, 于布为, 等. 现代麻醉学: 第5版 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020.
- [3] 髂筋膜间隙阻滞技术中国专家共识编写专家组. 髂筋膜间隙阻滞技术中国专家共识 (2025版) [J]. 中华疼痛学杂志, 2025, 21 (02): 178-191.
- [4] 中华医学会麻醉学分会老年人麻醉学组, 中华医学会麻醉学分会骨科麻醉学组, 国家老年疾病临床医学研究中心, 等. 中国老年患者膝关节手术围手术期麻醉管理指导意见 (2020版) [J]. 中华医学杂志, 2020, 100 (45): 3566-3577.
- [5] MILLER M D, THOMPSON S R. 骨科运动医学: 原理与实践 [M]. 敖英芳, 译. 北京: 北京大学医学出版社, 2022.
- [6] 超声引导臂丛神经阻滞的临床应用与围手术期管理专家共识工作组. 超声引导臂丛神经阻滞的临床应用与围手术期管理专家共识 [J]. 中华麻醉学杂志, 2023, 43 (10): 1153-1163.
- [7] 髂筋膜间隙阻滞技术中国专家共识编写专家组. 髂筋膜间隙阻滞技术中国专家共识 (2025版) [J]. 中华疼痛学杂志, 2025, 21 (02): 178-191.
- [8] SURESH S, ECOFFEY C, BOSENBERG A, et al. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy/American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Recommendations on Local Anesthetics and Adjuvants Dosage in Pediatric Regional Anesthesia [J]. Regional Anesthesia & Pain Medicine 2018, 43: 211-216.