

DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20211268

· 论 著 ·

一种胸腔内超声指导下的犬房间隔穿刺方法

赵 腾[△], 赵 耀[△], 刘 超, 赵海娟, 李 珂, 黄松群, 郭志福, 曹 江, 黄新苗^{*}

海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院心血管内科, 上海 200433

[摘要] **目的** 探索一种胸腔内超声(ICE)指导下的犬房间隔穿刺方法。**方法** 对10只体重为10~15 kg的健康犬进行ICE指导下的房间隔穿刺术。肌内注射阿托品后经留置针推入丙泊酚诱导麻醉, 顺利诱导后行气管插管, 采用异氟烷吸入维持。经皮穿刺双侧股静脉后置入鞘管, 经右侧鞘管送入房间隔穿刺针至上腔静脉并指向12点钟方向, 经左侧鞘管送入ICE导管至右心房构建HomeView切面。将ICE导管打P弯后顺时针旋转, 逐渐显示出主动脉根部、房间隔和卵圆窝, 调整ICE导管使卵圆窝位于切面中心后固定ICE导管, 整体回撤房间隔穿刺针及鞘管并缓慢顺时针旋转至3点钟方向, 穿刺针、鞘管滑落至卵圆窝时, 可见“帐篷征”。固定穿刺鞘, 推送穿刺针, 穿过房间隔时“帐篷征”消失, 推注肝素盐水确认, 固定穿刺针, 推送穿刺鞘, 可见“双轨征”。退出穿刺针, 肝素盐水冲管后置入左心房两圈半导丝, 在切面中可见左心房两圈半导丝盘绕在左心房。术后处死5只实验犬并解剖心脏, 观察有无心包腔积液及穿刺位置, 其余犬30 d后处死并解剖心脏观察并发症情况。**结果** 10只犬全部穿刺成功, 其中9只犬一次性穿刺成功。手术操作时间为(5.2±1.4) min, 透视时间为(24.9±4.5) s。即刻处死5只犬后解剖心脏, 未见心包腔血性液体, 房间隔穿刺点位于卵圆窝中心位置; 其余犬术后30 d未见心肌损伤、血肿等并发症。**结论** ICE指导下的犬房间隔穿刺方法操作简便, 有效性及安全性高。

[关键词] 房间隔穿刺术; 犬; 胸腔内超声; 动物实验; 手术时间; 并发症

[中图分类号] R 654.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-1338(2022)04-0372-05

A method for transeptal puncture guided by intracardiac echocardiography in canine

ZHAO Teng[△], ZHAO Yao[△], LIU Chao, ZHAO Hai-juan, LI Ke, HUANG Song-qun, GUO Zhi-fu, CAO Jiang, HUANG Xin-miao^{*}
Department of Cardiovasology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To explore a method for transeptal puncture guided by intracardiac echocardiography (ICE) in canines. **Methods** Transeptal puncture was performed in 10 healthy canines weighing 10-15 kg guided by ICE. Anesthesia was induced by intramuscular injection of atropine and propofol. Isoflurane was used to maintain anesthesia after trachea cannula. After percutaneous puncture of the bilateral femoral veins, a sheath was inserted. Then, an transeptal puncture needle was delivered to the superior vena cava via the right sheath and pointing to the 12 o'clock direction. An ICE catheter was delivered to the right atrium via the left sheath to construct a "HomeView". A P-bend was made in the ICE catheter, and the catheter was rotated clockwise to reveal the aortic root, atrial septum, and fossa ovalis. The ICE catheter was adjusted so that the fossa ovalis was located in the center of the section before the catheter was secured. The transeptal puncture needle and sheath were withdrawn and slowly rotated clockwise to the 3 o'clock position. The "tent sign" was visible once the needle and sheath reached the fossa ovalis. Once the sheath was fixed, the needle was inserted. The "tent sign" disappeared after crossing the atrial septum. An intravenous bolus of heparin saline was administered to confirm that the needle had reached the left atrium, fixing the needle and pushing the sheath, and the "double track sign" was visible. After withdrawing the needle and flushing the tube with heparin saline, two and a half coils of guidewire were placed in the left atrium, which were visible in the section. After surgery, 5 canines were sacrificed and observed for the presence of pericardial cavity effusion and the puncture site, and the other canines were followed up for 30 days and the complications were recorded. **Results** All transeptal punctures were successful in 10 canines, including single puncture in 9 canines. The procedure duration was (5.2±1.4) min, and the exposure duration was (24.9±4.5) s. Five canines were sacrificed immediately after the operation. No bloody pericardial effusion was found and the sites of transeptal puncture were at the center of fossa ovalis.

[收稿日期] 2021-12-15 **[接受日期]** 2022-03-29

[基金项目] 国家自然科学基金(81770506, 81970278)。Supported by National Natural Science Foundation of China (81770506, 81970278).

[作者简介] 赵 腾, 硕士生, 住院医师. E-mail: walden1013@163.com; 赵 耀, 硕士生, 住院医师. E-mail: 1120629607@qq.com

[△]共同第一作者(Co-first authors).

^{*}通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161262, E-mail: huangxmch@163.com

There were no complications in the other canines 30 d after operation. **Conclusion** Transseptal puncture guided by ICE in canines is easily performed, with high efficacy and safety.

[**Key words**] atrial septum puncture; canine; intracardiac echocardiography; animal experiment; operation time; complications

[Acad J Naval Med Univ, 2022, 43(4): 372-376]

近年来随着电生理和结构性心脏病诊疗技术的不断发展,房间隔穿刺术已成为心脏病介入手术中的重要技术。同时随着心脏介入领域的新技术和新设备的不断更新,需要进行房间隔穿刺术的动物实验也不断增多。犬作为一类常用实验动物,因其心脏解剖结构与人体的差异,常规穿刺方法成功率较低,并发症较多。心腔内超声(intracardiac echocardiography, ICE)技术在临床上已广泛应用于心脏介入的各个领域,用于指导房间隔穿刺、检查左心耳血栓、监测心脏介入手术中的并发症等^[1],但用于动物实验的报道较少。本课题组多次在动物实验中完成透视下犬房间隔穿刺,在总结既往经验的基础上,我们探索了一种ICE指导下的犬房间隔穿刺术,该方法在10只实验犬上成功穿刺,具有操作简便,有效性及安全性高的优点,现总结如下。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 实验动物 健康成年比格犬10只购自上海甲干生物科技有限公司[实验动物生产许可证号:SCXK(沪)2020-0006],体重10~15 kg,雌雄不限,实验前禁食、禁水12 h。

1.1.2 实验器械 带止血阀导管鞘(美国雅培公司),房间隔穿刺鞘组(美国心诺普公司),左心房两圈半导丝(日本东丽公司),SNDSTR10三维诊断超声导管(美国强生公司)。

1.1.3 实验仪器 Artis zee floor 数字减影血管造影机(德国西门子公司),IPM6 心电监护仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司),WATO EX-1A 麻醉机(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)。

1.1.4 实验药品 肝素、碘克沙醇、丙泊酚、异氟烷、阿托品。

1.2 方法

1.2.1 麻醉及监护 入室后开放犬外周静脉通路,术前30 min 予阿托品0.5 mg 肌内注射,以预防全身麻醉诱导期心率减慢及气道分泌物增多。随后

予丙泊酚2 mg/kg 缓慢静脉注射至犬意识、体动消失,顺利诱导后迅速行气管内插管,插管深度4~5 cm,距门齿约25 cm,固定气管导管。使用异氟烷吸入维持麻醉,起始浓度为2.5%,股静脉穿刺结束后可逐渐将异氟烷浓度调至1.5%~2%。连接模拟导联电极贴片,手术全程使用IPM6 心电监护仪监测心率,并将氧饱和度监测器夹于犬舌监测术中氧饱和度。

1.2.2 房间隔穿刺过程 将犬仰卧位固定后暴露双侧腹股沟区皮肤,消毒、铺无菌单。采用Seldinger法穿刺双侧股静脉,沿左侧股静脉置入10 F 鞘管,沿鞘管送入SNDSTR10 三维诊断超声导管即ICE导管至下腔静脉。沿右侧股静脉置入长导丝至上腔静脉,沿长导丝送入长鞘管至上腔静脉,撤出长导丝,经长鞘管送入穿刺针。穿刺针尾端连接装有肝素盐水的注射器,穿刺针尾端和长鞘管尾端间距1 cm,并稳定穿刺针尾在12点钟方向。将ICE导管送入右心房中部,旋转ICE导管至12点~1点钟方向,构建出显示右心房、右心室、三尖瓣环等结构的HomeView切面(图1A)。随后将ICE导管打P弯,调整三尖瓣环处于切面中心偏下位置,顺时针旋转ICE导管,依次出现主动脉根部、房间隔和卵圆窝。调整ICE导管使卵圆窝位于切面中心后固定ICE导管,整体向下回撤房间隔穿刺针、鞘,回撤同时缓慢顺时针旋转穿刺针、鞘至3点钟方向,超声切面可见穿刺鞘。穿刺针、鞘滑落至卵圆窝时,超声切面可见穿刺针、鞘顶住房间隔,呈现类似于帐篷形状的“帐篷征”(图1B)。固定穿刺鞘,推送穿刺针,穿过房间隔时“帐篷征”消失,推注肝素盐水,超声切面可见左心房出现类似于雪花的“雪花征”(图1C),表明穿刺针穿过房间隔,后前位透视下推注碘克沙醇造影剂,进一步确认穿刺入左心房。固定穿刺针,前送穿刺鞘,可见鞘管双边呈稍高回声的“双轨征”(图1D),穿刺针尖退入穿刺鞘内后,再次推注肝素盐水确认穿刺鞘进入左心房。退出穿刺针,置入左心房两圈半导丝,在切面中可见导丝在左心房盘绕,证实穿刺成功。

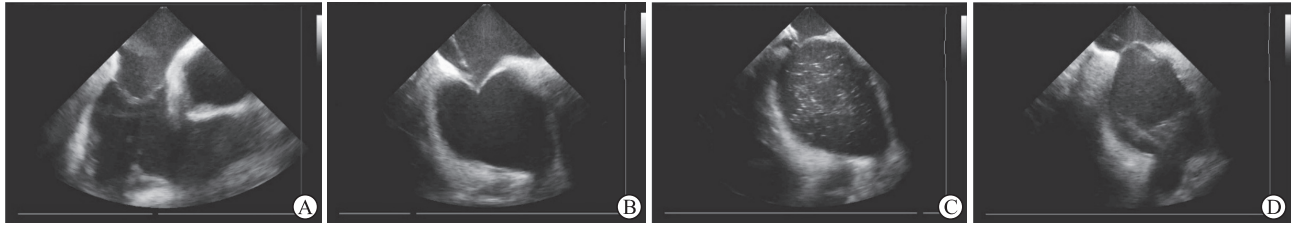


图1 ICE指导下犬房间隔穿刺过程

Fig 1 Progress of transseptal puncture guided by ICE in canine

A: HomeView, displaying the right atrium, right ventricle and tricuspid annulus; B: Ultrasonogram displaying that the needle and sheath push against atrial septum, presenting a “tent sign”; C: Ultrasonogram displaying a “snowflake sign” in the left atrium; D: Both sides of the sheath displaying a “double track sign” with hyperecho. ICE: Intracardiac echocardiography.

1.2.3 术后处理 术后即刻处死5只实验犬,解剖心脏,观察心包有无积血;从左、右心房后壁剪开左、右心房,从两侧充分暴露卵圆孔,观察穿刺点位置并记录穿刺点距离上腔静脉、下腔静脉、冠状窦及左右房室瓣口距离。其余5只实验犬拔除鞘管后缝合穿刺点,30 d后处死并解剖心脏,观察有无心肌损伤、血肿等远期并发症。

2 结果

10只犬中有9只一次性房间隔穿刺成功,另1只经历2次穿刺后成功(第1次穿刺后“帐篷征”未消失;继而同时前送穿刺针与穿刺鞘后“帐篷征”消失,穿刺成功)。手术操作时间为(5.2±1.4) min,透视时间为(24.9±4.5) s。术后立即处死5只实验犬,解剖心脏进行观察:心包腔内未见血性液体,房间隔穿刺点位于卵圆窝中心位置,距离上腔静脉、下腔静脉、冠状窦及左右房室瓣口距离均大于5 mm,其中经历2次穿刺的犬在解剖心脏时发现左心房顶部轻度血肿。其余5只犬观察30 d后处死,解剖心脏观察,未见心肌损伤、血肿等远期并发症。

3 讨论

目前对实验犬进行房间隔穿刺的报道中,有的采用传统的X线透视下房间隔穿刺方法^[2],有的是在希氏束电极指导下完成^[3],有的借助下腔静脉造影^[4],这些方法操作复杂、操作时间和透视时间较长。同时,在上述研究中,器材成本高、手术操作难度高、比格犬价格昂贵,若术中因房间隔穿刺导致犬死亡,对课题组资金、人员投入等都是不小的损失。我们探索了ICE指导下的犬房间隔穿刺术,结合犬心脏解剖的特点,总结出其操作与人

房间隔穿刺操作的不同之处,并归纳其相对于其他操作方法的优点,为进一步的应用打下基础。

3.1 ICE指导下的犬房间隔穿刺方法与人体房间隔穿刺方法的不同之处

3.1.1 构建并调整HomeView切面时 在ICE导管到达右心房中部后,保持ICE导管在12点~1点钟方向即可构建HomeView切面,此切面中,下部为右心室,上部为三尖瓣环,右部为右室流出道。此处与在人体操作的不同点在于,犬心房较人偏小且犬的右心室相较于人位置更偏上,因此可以边回撤ICE导管边打P弯,相当于将导管探头“翘起”向后移动,此时切面对应的变化为三尖瓣环向左下方移动。

3.1.2 寻找房间隔时 将三尖瓣环调整到HomeView切面中心偏下位置后,缓慢顺时针旋转ICE导管,相当于将导管头端探头平面逐渐转向左心房侧,在切面中依次出现主动脉根部、房间隔和卵圆窝,由于犬的左心房相较于人更靠下,稍高出右心房,此处如果全然模仿ICE导管在人体的操作往往找不到房间隔,因此可在顺时针旋转过程中轻打A弯,使探头轻微指向下方。

3.1.3 鞘管移动至卵圆孔时 整体下拉穿刺针、鞘过程中,由于与人相比犬房间隔与矢状面的夹角偏小,因此应缓慢下拉穿刺针、鞘,同时顺时针旋转角度不宜过大,在2~3点钟方位即可使穿刺针垂直于犬房间隔(卵圆孔)平面。

3.1.4 穿刺针弯曲弧度和穿刺方向 人体房间隔穿刺术的经验是将穿刺针尾端做一弯曲。由于犬的心房较人偏小,穿刺前未将穿刺针塑形弯曲,在解剖第3只犬(2次穿刺)时发现左心房轻度血肿后,我们将穿刺针尾端做一小弯曲,该弯曲弧度小于人体穿刺时的弯曲弧度(图2),后续穿刺过程顺利,未再出现血肿。

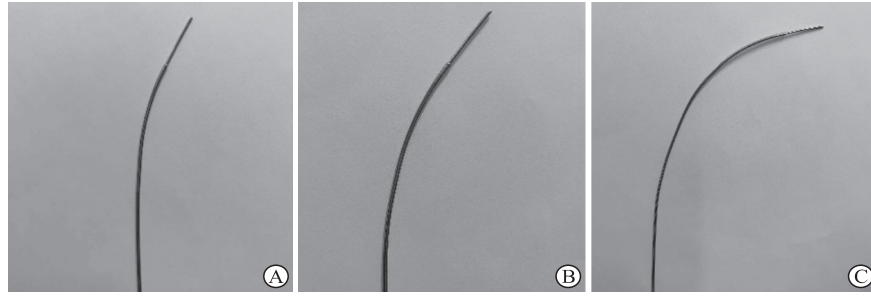


图2 房间隔穿刺术中穿刺针尾端弧度

Fig 2 The tail curve of puncture needle in transeptal puncture

A: Normal curve; B: The curve in canine; C: The curve in man.

3.2 ICE 指导下的犬房间隔穿刺方法与常规 X 线透视下犬房间隔穿刺方法相比的主要优势

3.2.1 操作更加标准化 与正常人的心脏相比,犬心脏多为垂位,人的心尖朝向左下方,而犬的心尖多朝向正前方,因此犬平卧时的后前位透视大致相当于人平卧时的左前斜位 45° ,犬平卧时右前斜位 30° 透视大致相当于人平卧时的后前位,犬平卧时右前斜位 60° 透视大致相当于人平卧时的右前斜位 45° ^[5]。透视下人房间隔穿刺通常在右前斜位 45° 进行房间隔穿刺术中的出针动作,在左前斜位 45° 推注造影剂观察左心房弥散情况。在 ICE 指导下的犬房间隔穿刺过程中,不需要在透视下确认房间隔穿刺针在心脏中的相对位置,仅在穿刺房间隔后推注少量造影剂进一步验证穿刺成功,因此 X 线放射设备机头可全程保持犬后前位投照状态(相当于人平卧时左前斜位 45°)。相较于常规 X 线透视下犬房间隔穿刺方法,ICE 指导下的犬房间隔穿刺方法一是减少了操作机器变换透视体位的步骤,二是降低了因犬个体差异需频繁调整带来的困难,整体来看,操作更加标准化,简便易学。

3.2.2 操作更加直观,成功率高,并发症少 心包填塞、食管损伤等是房间隔穿刺常见的并发症,在既往的动物实验报道中,由于犬左心房较小,心包填塞的发生率较高^[6-8]。心包填塞的发生原因主要有 2 点:(1)卵圆窝定位不准;(2)穿刺时进入左心房过深。食管损伤亦由于穿刺时定位不准所致。X 线透视下卵圆窝的定位一般是将穿刺针、鞘由上腔静脉下滑,在经过卵圆窝时可见鞘管头端略向左侧滑动,但是由于犬心脏较小,滑动往往不明显,透视下往往较难判断穿刺针是否进入卵圆窝。本课题组有着丰富的动物实验经验,但心包填塞(图 3A)和食管损伤(图 3B)等并发症仍难以避免。

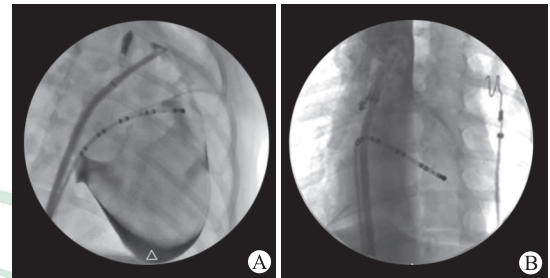


图3 本课题组既往动物实验房间隔穿刺的并发症

Fig 3 Complications of transeptal puncture in previous animal experiments of our group

A: Pericardial tamponade (triangle indicated); B: Esophageal injury.

ICE 指导下的犬房间隔穿刺成功率提高、并发症减少的原因是:(1)当穿刺针滑落至卵圆孔时,在超声切面中可以看到“帐篷征”,相较于透视下经验性寻找卵圆窝,通过 ICE 可以直接辨别房间隔位置并确认穿刺针进入卵圆窝,避免穿刺到右心房其他位置引起心包填塞或食管损伤。(2)ICE 指导下的进针过程可清晰地观察到,使得穿刺过程更加直观,有助于更好地判断穿刺针尖距离左心房顶及左心房后壁的距离,避免进针过深刺破左心房引起心包填塞。

3.2.3 手术时间和透视时间缩短 ICE 指导下的犬房间隔穿刺操作简便,缩短了手术时间。此外,由于不需要频繁 X 线透视确认器械位置,缩短了透视时间。与既往报道^[1-2,6]相比,本方法的手术时间和透视时间均减少。同时,结合本课题组的动物实验经验,ICE 指导下的房间隔穿刺的手术时间和透视时间较 X 线透视指导下均缩短。

3.3 实验结果分析 我们在 ICE 指导下对 10 只实验犬进行了房间隔穿刺,其中 9 只一次性穿刺成功,另 1 只 2 次穿刺成功。在解剖 2 次穿刺成功的犬心脏发现,该犬房间隔偏厚,仅凭借穿刺针力量不足

以穿刺成功,需利用穿刺鞘的力量。此外,该犬左心房顶部轻度血肿考虑为进针时穿刺针弯度较小导致,在后续的房间隔穿刺中,我们对穿刺针尾端进行弯曲塑形,避免其进入左心房时指向左心房顶部,穿刺后犬心脏解剖未再发现左心房顶部血肿。

3.4 小结 房间隔穿刺术是心脏介入手术中较难掌握的一项技术,具有操作难度大、操作风险高的特点,容易引起心包填塞等严重并发症。实验犬由于心脏形态大小、解剖结构、相对位置等与人体不同,房间隔穿刺难度增加。我们通过分析犬解剖形态与人体的异同,借鉴ICE在人房间隔穿刺和X线透视下犬房间隔穿刺的经验,探索出ICE指导下的犬房间隔穿刺方法。与既往的穿刺方法相比,本方法操作简便,穿刺成功率高,并发症少,缩短了操作和透视时间,既减少了动物发生并发症的风险,也减少了实验人员可能遭受的辐射剂量,适合在动物实验中推广应用。但是由于使用经验有限,本方法尚需采取扩大样本量、与X线透视下穿刺方法对比等方式进一步验证。

[参考文献]

- [1] ROSU R, CISMARU G, MURESAN L, PUIU M, Gusetu G, ISTRATOAI S, et al. Intracardiac echocardiography for transseptal puncture. A guide for cardiac electrophysiologists[J]. *Med Ultrason*, 2019, 21: 183-190.
- [2] 张志钢,黄松群,李长永,谭洪文,储国俊,朱玉峰,等.一种实验犬房间隔穿刺的新方法[J]. *第二军医大学学报*, 2014, 35: 997-1000.
- ZHANG Z G, HUANG S Q, LI C Y, TAN H W, CHU G J, ZHU Y F, et al. A new method for atrial septal puncture in canine[J]. *Acad J Sec Mil Univ*, 2014, 35: 997-1000.
- [3] 丁立刚,华伟,蔡迟,江勇,姚焰,张澍.希氏束电极指导下犬房间隔穿刺术[J]. *岭南心血管病杂志*, 2015, 21: 412-414.
- [4] 董建增,曹林生,马长生,聂绍平,刘兴鹏,张崑,等.下腔静脉造影指导犬房间隔穿刺术[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2005, 13: 111-113.
- [5] RHODES W H, PATTERSON D F, DETWEILER D K. Radiographic anatomy of the canine heart. II[J]. *J Am Vet Med Assoc*, 1963, 143: 137-148.
- [6] 王胜强,秦永文,胡建强,吴弘.经静脉房间隔穿刺法建立房间隔缺损动物模型[J]. *介入放射学杂志*, 2004, 13: 159-160.
- [7] 聂振宁,刘少稳,周京敏,林佳雄,陈松文,陶惠伟,等.犬房间隔穿刺的方法[J]. *中国临床医学*, 2008, 15: 285-286.
- [8] 朱玉峰,黄新苗,白元,王伟,胡建强,秦永文.介入法建立犬房间隔缺损模型的应用解剖和操作要点分析[J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19: 635-638.

[本文编辑] 商素芳