DOI:10.16016/j.1000-5404.1990.05.018

小哺乳动物心脏顺行性离体灌流技术

李 靖* 肖家思 (生理教研室)

顺行性离体灌流心脏是在排除神经-体液因素对心脏的影响，左心室在确定的前、后负荷下做功的条件下，研究心脏各种固有特性（如收缩性、电生理特性、代谢活动等）的一种可靠方法[1][2]，广泛应用于生理学、病理生理学、药理学的研究工作。本文着重介绍此项技术及其注意事项。

1 方 法

1.1 实验动物

本文以8只体重为400g～500g的豚鼠为例，介绍顺行性心脏灌流的技术，此技术也适用于其它如大鼠、兔、猫等小动物，但后2种动物所需的灌流液量较多。

1.2 灌流液及灌流装置（图1）

灌流液采用改良的Krebs-Henseleit液[3]，其成份为：Nacl 118mmol，Kcl 4.7mmol，$CaCl_2$ 2.5mmol，KH_2PO_4 1.2mmol，$MgSO_4$ 1.2mmol，NaEDTA 0.5mmol，$NaHCO_3$ 25mmol，glucose 8 mmol。灌流液在37℃下经95%O_2加5%CO混合气体氧合后，使灌流液氧分压始终保持在80.00kPa（600 mmHg）以上，混合气的流量为0.6L～0.8L/min。每次实验配制新鲜灌流液1500 ml，并用孔径为2μ～5μm的5号滤器（上海玻璃厂出品）减压抽滤。它包括两套循环的液体：一是灌流液系统，其走向用单箭头表示；另一是保温系统，其液体走向用双箭头表示。

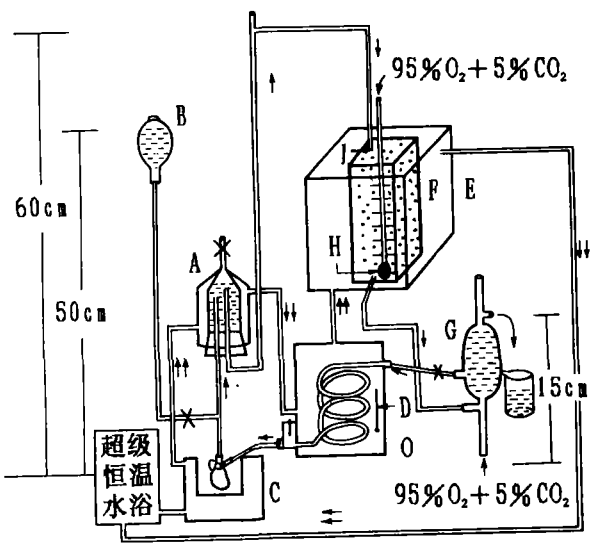


图1 心脏顺行性离体灌流模式图

↑代表灌流液走向↑ 代表恒温水走向 A. 气室 B. 逆灌输液瓶 C. 保温盒 D. 温度计 E. 恒温盒 F. 氧合池 G. 定压管 H. 发泡器 O. 恒温盒(37℃)×夹子 I. 主动脉流出液导管出口

灌流液循环经路：灌流液入氧合池（F）（进行初步加热及氧合）→定压管（G）（保持预定的前负荷及两次氧合，80.00kpa→恒温盒（O）中的蛇形管(两次加温)→经左房导管（直径1.8mm）入左心房、左心室→经左室泵入主动脉导管→侧管连至逆灌输液瓶（B）或与压力换能器相连；进入气室(A)（内含2ml空气，模拟大动脉的弹性作用）→经气室的输出管垂直向上，在预定的高度（此高度与心房的垂直距离决定后负荷的大小）经侧管再回到氧合池（F）。至此，灌流液形成半开放式循环。

保温系统液流经路：超级恒温水浴→保温盒（C）→气室（A）→恒温盒（O）→恒温盒（E）→返回超级恒温水浴。

1.3 实验步骤

实验前1h给豚鼠腹腔注射肝素1万单位。实验时断头处死动物，迅速开胸暴露心脏，左手将心脏轻轻提起，迅速在发出分支以前剪断主动脉及上、下腔静脉取下心肺组浴，放进冰冷的灌流液中（约4℃），使心脏很快停跳。用眼科镊将主动脉断端套在主动脉导管上。注意不宜插得过深，以免损伤主动脉

*现解放军324医院内科

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

瓣。摘取心脏及安装到灌流装置上的过程应尽量在 2min～3min 内完成，以缩短心肌缺血时间。结扎固定后立即进行逆行灌流（即液体从主动脉灌入），灌流压为 4.901kPa（50cmH_2O），以冲净冠脉中的余血，使心脏复跳，灌流液与组织液达到平衡。剪开心包膜，在肺动脉近根部剪一小口，插入一直径约2mm的细塑料管，以备搜集冠脉流出液之用。在逆灌期间，结扎上、下腔静脉及肺静脉，剪去肺组织（注意防止损伤窦房结）。然后在左房上方剪一小口，插入左房导管，结扎固定。逆灌10min后，先打开左房导管夹，再夹闭逆灌导管夹，开始顺灌。注意检查各导管结扎处有无渗漏现象，灌流管道中有无气泡（以免造成冠脉内的气栓）。冠脉流出液不再参与再循环。

顺灌建立后，将一连有细塑料管的 8 号针头（头端磨平，用修锉三角锉在针头侧面锉 1 个～2个小口）插入左心室，将此细塑料管与压力换能器相连，以记录左室内压及其变化率。

从主动脉导管回流入氧合池上方的开口处（I），可以搜集和记录主动脉流出量，它与冠脉流出量之和即为心输出量。

2 结　果

为了观察顺行性灌流心脏的稳定性。我们在顺灌开始后每15min 记录 1 次心率、主动脉压及心输出量。结果如图 2。

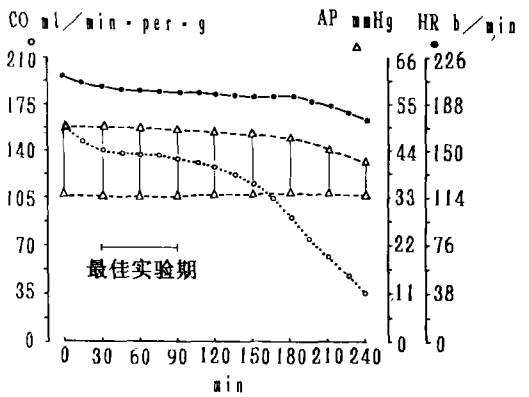


图 2　顺行性离体灌流心脏的稳定性（n = 8）

顺行性灌流心脏的存活时间在 4h以上，实验结果可以看出，在灌流2h以内，心脏的机能状态较好，尤以 30min～90min 这段时间内，3 项参数均较稳定，故实验观察在这期间的结果较为可靠。随着灌流时间的延长，心输出量、主动脉压及心率均有所降低，以心输出量变化最明显。

3 讨　论

3.1　顺行性灌流心脏的优点

和离体心肌条（如乳头肌）灌流标本相比，它不仅可用来研究整个心脏的泵功能，而且可用来观察各种因素对冠脉循环的影响；和逆行性灌流心脏相比，它更接近于生理状态，可以用它同时观察了多项指标，这在在体实验或其它灌流心脏标本是难以做到的。

3.2　灌流心脏的水肿问题

灌流心脏超过 2 h，心功能逐渐下降，最主要的 1 个原因就是心肌水肿。判断心脏水肿程度一般用心脏的湿/干重比，比值越大，水肿程度越重。实验时，如果对照组与实验组的心脏湿/干重比相差不显著，表明两组心脏处于同一水肿程度，实验结果的差异则不是来自水肿的原因。

3.3　提高顺灌心脏心功能稳定性的措施

我们采取了 6 点措施。1）灌流液两次氧合，氧分压保持在80.00kPa（600 mmHg）以上；2）心脏的后负荷为5.88kPa（60 cmH_2O），接近豚鼠生理平均动脉血压10.3/6.27kPa（77/47mmHg）[4]。后负荷之值应根据不同动物来定[2]；3）灌流液中加入EDTA；4）灌流液过滤；5）冠脉流出液不再参予循环，；6）实验前动物用肝素抗凝。

本技术简便易行，结果可靠，对研究心脏固有特性、各种因素及药物影响均可应用。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1. Tanet T. Isolated cardiac preparatuins: Model of instrinsic myocardial dysfunction in circulatory shock. Circ shock 1985; 15:227
2. Taegtmeyer H, et al. Utilization of energy-providing substrates in the isolated rat heart. Biochem J 1980; 186:701
3. Neely TR, et al. Effect of pressure development on oxygen consumption by isolated rat heart: Am J Physiol 1967; 212:804
4. 施新猷，主编。医学动物实验方法。第1版。北京：人民卫生出版社，1983:140

（收稿：1989.01.03；修回：1989.09.14）

经验交流

肘关节成形术的改进与体会

吴先道 （大坪医院 骨科）

“肘关节叉形成形术”[1][2]是陈景云在抗美援朝时设计的一种手术，近30年来作者对陈氏法作了一些改良，效果更为满意，共施行40例，但随访1年半以上者只18例，简介如下：

1 临 床 资 料

本组18例中，男性13例、女性5例。年龄13岁～57岁（平均27.3岁）。除1例类风湿性肘关节炎强直外，余均系陈旧性肘关节骨折、脱位等所致僵直或严重功能障碍。手术距伤后时间为6周～16年，平均22.1个月。术前肘关节活动范围12例10°～25°，6例完全强直于非功能位，11例创伤性关节炎症状较重，术后伤口均一期愈合。随访结果：除2例出院后未注意配合功能锻炼，肘活动在40°～100°外（伸直为中位0°），其余均恢复屈肘20°～140°或完全正常（0°～135°），患者满意。

2 手 术 方 法

2.1 陈景云式“肘关节叉形切除成形术”的要点是：将肱骨下端凿成向上的弧形，保留内、外上髁骨质及前臂伸、屈肌总腱膜附着点，鹰嘴凿成杵状，保留肱三头肌的附着，“新关节”有足够的间隙（约2 cm），有利于屈伸活动，又可防止侧方脱位。

2.2 改良要点：①不切断三头肌腱形成舌瓣，只将三头肌腱两侧副腱膜纵向切开，然后用骨膜剥离器将三头肌腱与肱骨下端剥离开显露鹰嘴窝，再纵向切开后关节囊；②桡骨头切除2cm～2.5cm后，用骨刀逐步切除肱骨内外髁（包括滑囊）、肱骨小头、上至鹰嘴窝上缘造成“∩”形较前法“∧”为宽；③不切除鹰嘴突，将其纳入肱骨下端凹内，然后试行屈伸肘至无何障碍为止，如鹰嘴上长有多余骨痂或关节面不平应修整。术后用石膏托固定肘关节于90°，7天～14天后，开始被动与主动肘功能锻炼。

3 体 会

3.1 施行本术式效果较为优良的原因是：采用了陈氏肘关节叉形切除术的合理部分，即保留原肱骨下端内外上髁，前臂屈伸肌总腱膜附丽处。本术式不切断肱三头肌腱，从而伸肘的肌力能较完整的保存，不切除鹰嘴，保证其在肘关节的生物力学中的杠杆作用，这就可大大

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net