针对建立高糖钳夹试验中的护理研究

孙冉 [1, 2, *], 李建荣 [3], 符玉婷 [1], 金璐 [1]

[1] 首都医科大学附属北京同仁医院内分泌科, 北京 100176
[2] 北京市糖尿病研究所, 北京 100730
[3] 北京同仁医院内科, 北京 100176

摘要: 目的：探讨高糖钳夹试验的建立及护理研究与问题改进。方法：选取 19 名居住在北京地区的健康成年男性，每人进行两次高糖钳夹试验，检测受试者在高糖状态下胰岛素分泌能力，分析在高糖钳夹试验的操作中出现的护理问题及相应的问题解决对策。结果：19 例受试者全部成功实施了共计 38 次高糖钳夹试验。其血浆葡萄糖浓度能够在试验指定的时间内达到所要求的理想平台。检测受试者的胰岛素及 C 肽水平，发现均呈现双相分泌。因本试验操作繁琐，时间较长，试验过程中遇到一些问题，最终在操作者相互配合下均顺利解决，使 38 次高糖钳夹试验成功建立。结论：在进行高糖钳夹试验前应做好充分的准备工作，对受试者进行必要的心理护理，是实验成功的必要条件，护理人员在整个试验过程中做到对试验步骤熟练，保持血管通畅、观察采血处局部皮肤情况，最终保证钳夹试验顺利完成。

关键词: 成人; 高糖钳夹; 问题分析; 对策; 护理

DOI: 10.57237/j.nhres.2023.02.001

Analysis and Countermeasures of Nursing Problems in Hyperglycemic Clamp Experiment

Sun Ran[1, 2, *], Jian-rong Li[3], Yu-ting Fu[1], Lu Jin[1]

[1]Endocrinology Department of Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100176, China
[2]Beijing Diabetes Institute, Beijing 100730, China
[3]Department of Internal Medicine, Beijing Tongren Hospital, Beijing 100176, China

Abstract: Objective: Explore the establishment of high sugar clamp test and nursing research and problem improvement. Method: Nineteen healthy adult males residing in the Beijing area were selected to undergo two high-glucose clamp tests each to test their insulin secretion ability under high glucose conditions. Nursing issues and corresponding problem-solving strategies that occurred during the operation of the high-glucose clamp test were analyzed. Result: All 19 subjects successfully conducted a total of 38 high glucose clamp tests. The plasma glucose concentration can reach the desired ideal platform within the specified time in the experiment. The insulin and C-peptide levels of the subjects were detected and showed biphasic secretion. Due to the cumbersome and lengthy operation of this experiment, some problems were encountered during the experiment. With the cooperation of the operators, they were successfully resolved, resulting in the successful establishment of 38 high sugar clamp experiments. Conclusion: Adequate

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFC0909600); 国家自然科学基金 (81930019).

*通信作者: 孙冉, sunran1119@126.com

收稿日期: 2023-02-19; 接受日期: 2023-05-29; 在线出版日期: 2023-06-15

preparation should be made before conducting the high sugar clamp test, and necessary psychological care should be provided to the subjects. This is a necessary condition for the success of the experiment. Nursing staff should be proficient in the experimental steps throughout the entire process, maintain blood vessel patency, observe the local skin condition at the blood collection site, and ultimately ensure the smooth completion of the clamp test.

Keywords: Adult; Hyperglycemic Clamp Technique; Problem Analysis; Countermeasure; Nursing

1 引言

胰岛 β 细胞功能缺陷是糖耐量异常或糖尿病患者出现高血糖的先决条件，单纯胰岛素抵抗不会导致葡萄糖调节受损或 2 型糖尿病的发生。高糖钳夹试验被认为是现今国际公认的检测机体胰岛 β 细胞胰岛素分泌功能的金标准试验[1-3]，世界范围内应用广泛，安全性良好。因此，开展建立高糖钳夹技术具有重要意义。

高糖钳夹试验耗时时间长，整个试验过程中需要频繁采血以及持续葡萄糖输注，对医护人员的操作水平以及综合应对能力要求更高。

我科收录了 19 名健康成年男性受试者，进行高糖钳夹试验。受试者均进行两次共 38 次高糖钳夹试验。所有受试者均顺利完成研究，现将此试验具体操作过程和结果，以及在操作中遇到的护理问题及对策方法总结如下。

2 资料、方法和材料

2.1 方案设计

本研究按单中心、随机、开放的临床研究方案进行设计。

2.2 对象

筛选 2019 年 10 月-2020 年 1 月招募的健康成年男性受试者 19 例为研究对象。所有志愿者均为自愿参加试验，并签署知情同意书。本研究经首都医科大学附属北京同仁医院伦理委员会批准（编号：TRECKY2019-037）。

入组标准：男性，居住在北京，年龄为 18-45 周岁（包括 18 和 45 周岁），体重指数为 18.0-24.0kg/m^2（包括 18.0 和 24.0 kg/m^2），既往健康，无糖尿病及肥胖家族史，无研究者认为有意义的心、肝、肾、消化道、神经系统、呼吸系统、精神异常及代谢异常等现患或曾患疾病史，查体、心电图和实验室检查等结果均无异常或异常无临床意义（以临床医师判断为准）。

排除标准：试验前 3 个月内参加了任何临床试验，或计划在试验期间或试验结束后 1 个月内参加其他临床试验者；研究者认为不适于参加本研究的其他情况。

2.3 仪器和试剂

血糖分析仪一台；输液泵一台；一次性使用精密过滤输液器；一次性使用预充注射式溶药器；直型密闭式方针刺伤型静脉留置针（22G*0.75IN，0.9mm*19mm）；三通管；5ml 一次性使用无菌注射器；透明敷料；75%酒精；安尔碘；0.9%氯化钠 100ml；20%葡萄糖注射液。

2.4 高糖钳夹试验操作方法

受试者试验前 3 天，每天接受等热量饮食（至少 250g 糖类/天持续三天，禁酒、禁烟、禁咖啡因）；试验前 1 天入院，晚餐饭后禁食禁水，空腹 12 小时，随机划分入组；试验当天早晨 6 时左右受试者起床、洗漱、测量生命体征、快速血糖、身高、体重、腰围、臀围、排尿后平卧，禁食，并进行床旁心电图检查。

早晨 7 时给药并开放静脉通路，于两侧肘部取粗直弹性好的静脉血管进行静脉留置针穿刺，左侧上肢留置针末端接于肝素帽，用于采血，将留置针穿刺处用恒温毯包裹，温度设定为 50-55℃。右侧上肢留置针末端链接三通，分别用于输注液体。正式试验开始前 30 分钟、15 分钟进行胰岛素注射和快速血糖测定；8：15 正式试验开始，持续输注 20%葡萄糖，分别于 0、2、4、6、8、10min 进行抽血测定血糖、C 肽、胰岛素，从第 10 分钟开始，每 10 分钟抽一次静脉血用于测定 C 肽、胰岛素，持续至 160 分钟；从第 12、14、17、20 分钟分别取静脉血测血糖，第 20 分钟之后每 2.5 分钟取静脉血测血糖，持续至 170 分钟；试验后复测心电

图、留取尿常规、吃午餐标准餐并继续输 20%葡萄糖 30min，后测末梢血糖≥5.0mmol/L 以上，受试者无不适主诉后停止输液，试验全程结束。

2.5 统计学处理

用统计软件进行统计，计量资料以均数±标准差（$\bar{X}$±S）表示。

3 结果

3.1 临床资料

受试对象共 19 名，均为男性。年龄（31.2±5.5）岁、身高（169.6±7.7）cm、体重指数（Body mass index, BMI）（21.8±1.4）Kg/m^2、腰臀比（Waist-to-hip ratio, WHR）（0.83±0.03），具体见表 1。

表 1 受试者临床一般资料

Table 1 Clinical characteristics of subjects

	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	BMI (Kg/m^2)	腰围 (cm)	臀围 (cm)	腰臀比	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)
例数（19）	31.2±5.5	169.6±7.7	62.6.6±3.9	21.8±1.4	77.8±2.9	93.7±3.1	0.83±0.03	120.3±7.4	76.6±5.6

3.2 血浆葡萄糖水平变化

高糖钳夹试验开始时，血浆葡萄糖基础水平为（4.94±0.07）mmol/L。试验开始后血糖在第 10min 左右达到目标水平，即（12.47±0.12）mmol/L。在之后 160min 中，血糖持续维持在高糖平台，平均为（11.95±0.164）mmol/L（图 1）。

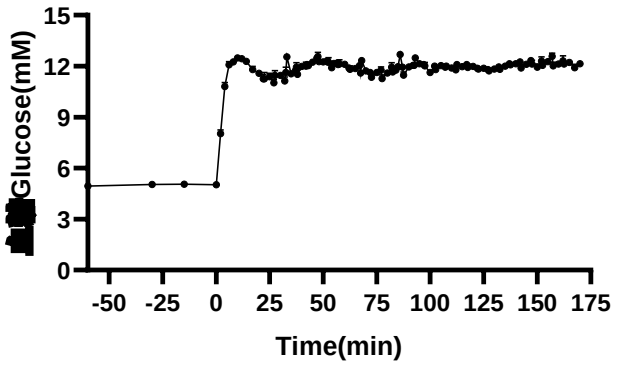

图 1 高糖钳夹血浆葡萄糖曲线

Figure 1 The plasma glucose curve during hyperglycemic clamp

3.3 葡萄糖输注率变化

组织葡萄糖的代谢清除率是进行葡萄糖钳夹试验的重要指标。当血糖快速升到较高水平并维持在平台期时，经过校正的葡萄糖输注率即为组织葡萄糖的代谢清除率。试验正式开始后，葡萄糖输注率在 0-9min 内快速升高[0~9min 平均（23.69±0.96）mg/kg/min]，后迅速下降，在 14min 达到最低输注率（7.85±0.45）mg/kg/min。14-34min 过程中，葡萄糖输注率缓慢升高，至 110~140min 达到稳态期，均值为（20.09~21.09）mg/kg/min（图 2）。

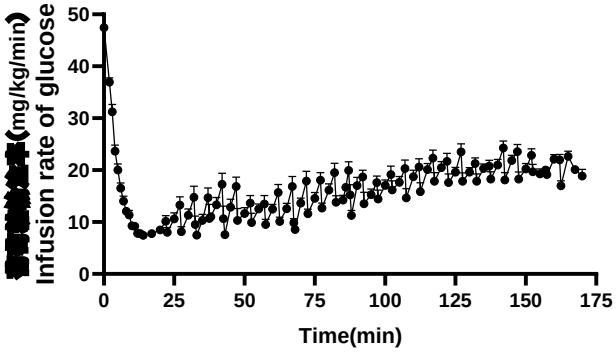

图 2 葡萄糖输注率曲线

Figure 2 Infusion rate of glucose curve

3.4 胰岛素的双相分泌

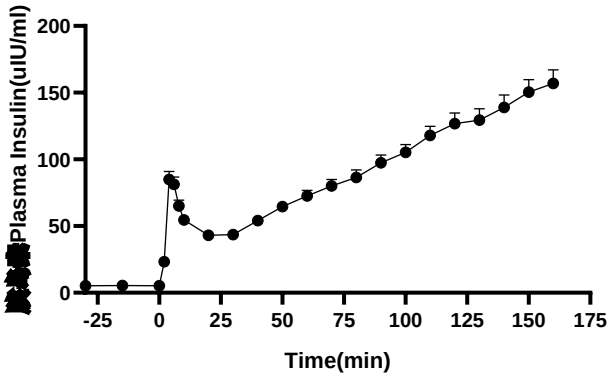

图 3 高糖钳夹血浆胰岛素水平

Figure 3 The plasma insulin levels during hyperglycemic clamp

(1)第一时相胰岛素分泌

高糖钳夹试验开始前，19 例受试者的平均基础胰岛素水平为（5.2±0.3）mU/L，高葡萄糖钳夹开始后，机体内源性胰岛素浓度迅速升高，在 4~6min 出现第一个胰岛素峰，峰值达（83.07±5.70）mU/L。峰值后下降，在 20~30min 内达到谷值（43.34±2.08）mU/L。

(2)第二时相胰岛素分泌

在本研究中胰岛素在下降到最低值后再次逐渐升高，出现第二个高峰，第二时相均值为（136.3±8.8）mU/L。（图 3）。

3.5 C 肽的双相分泌

试验开始前，19 例受试者的平均基础 C 肽为 1.42±0.05 mU/L，高葡萄糖钳夹试验开始后，机体内源性 C 肽浓度迅速升高，在 4~6min 出现第一个 C 肽峰，峰值达(5.86±0.29) mU/L。峰值后下降，在 10~20min 内达到谷值(5.49±0.19) mU/L。

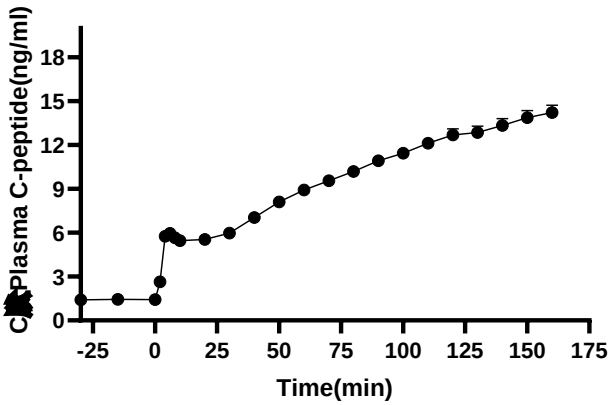

图 4 高糖钳夹血浆 C 肽水平

Figure 4 The plasma C-peptide levels during hyperglycemic clamp

3.6 钳夹试验中的不良反应

19 例高糖钳夹试验，每例分别做两次试验，共累计抽血 38 人次。其中 5 例各失败 1 次，均再加做 1 次试验，失败原因如下：1 例受试者因输液器型号与输液泵型号不符合，而导致滴速不准确。4 例因经验少使 20%葡萄糖输注速率调节不准确，导致试验结果不理想，最终这 5 例每人多加做 1 次试验。

试验过程中，另有以下一些情况出现：有 3 例受试者在试验前心理紧张，情绪波动较大，5 例受试者因为采血不通畅中途更换静脉留置针，1 例受试者右侧输液处手臂凉，4 例受试者长时间试验双手臂肌肉酸痛，4 例受试者试验过程中犯困，1 例受试者因仪器设备故障出现血糖值与实际不符。以上情况经过护士对操作过程中问题的分析和处理，试验最终顺利完成。

4 讨论

4.1 高糖钳夹试验的建立

本研究参照 DeFronzo 等人的方法成功建立了高糖钳夹技术[4]。通过钳夹技术的实施得出以下结果：(1)受试者在给予 20%葡萄糖输注后 6~10min 达标，10~150min 血糖值为（11.92±0.16）mmol/L 水平。(2)血浆胰岛素和 C 肽在第一时相在 4~6min 达到峰值。峰值后下降，胰岛素在 20~30min 内达到谷值，C 肽在 10~20min 内达到谷值。胰岛素和 C 肽均呈现双相分泌。上述结果均提示高糖钳夹试验已经成功建立。

4.2 高糖钳夹试验护理问题原因分析和对策

本试验操作繁琐，虽在试验过程中遇到一些问题，但操作者相互配合最终均顺利解决，使 38 次高糖钳夹试验成功建立。现将试验中出现问题的原因分析和对策体会如下。

4.2.1 试验前受试者心理、情绪波动原因分析和对策

由于本试验操作复杂，持续时间较长，采血次数较多，有 3 例受试者感到心理紧张，害怕频繁抽血会对身体产生影响，担心不能完成试验[5]。试验前医护与受试者签署试验知情同意书，详细为受试者讲解试验的意义、方法、目的以及注意事项，缓解受试者的紧张以及心理压力。虽然本试验会频繁抽血，但因每次采血量很少，仅为 3-3.5mL，不会造成贫血等不良反应。最终消除受试者的顾虑，试验得以顺利进行。

4.2.2 受试者因长时间试验导致双手臂肌肉酸痛原因分析和对策

4 例受试者在试验过程中双手臂肌肉酸痛，分析原因可能是 1、本试验时间较长；2、试验过程中不能过度活动。因受试者双侧手臂放置留置针分别用于静脉输液和静脉采血，若过度活动有可能会因体位改变造

成留置针折弯、液体输入不顺畅或外渗等情况而影响试验结果[6]。所以整个试验过程中受试者处于仰卧位，护士倾听受试者主诉，按需为受试者适当调节体位，轻轻按摩双侧手臂皮肤。受试者可进行轻微手部活动，缓解因采用一种姿势时间过长而带来的肌肉酸痛等不适。

4.2.3 输液处手臂凉原因分析和对策

有 1 例受试者提出右侧输液手臂皮温发凉且难以耐受，可能是试验季节为秋冬季，且整个试验期间输入大量 20%葡萄糖溶液造成。最初护士通过给予受试者局部按摩皮肤复温，但维持时间短，受试者仍出现输液侧手臂皮温发凉且无法缓解。此外，长时间按摩受试者皮肤也会影响试验护士按时采血和测血糖，造成采血时间不准确，最终影响试验结果的精准性。后期护士在输液前将暖宝宝包装袋打开，试验护士进行静脉穿刺后，把已发热的暖宝宝隔着衣服贴在受试者皮肤发凉部位[7]。为避免烫伤，护士每 30 分钟观察贴敷处皮肤有无烫伤并询问受试者局部有无过热等不适情况出现。最终试验 19 例受试者均运用此方法，整个试验过程中无受试者主诉右侧手臂输液处皮肤发凉，未出现皮肤烫伤以及发热等不耐受情况，试验顺利结束。

4.2.4 受试者在试验过程中犯困原因分析和对策

2 例受试者因为试验时间较长，中途间断出现犯困；1 例受试者作息时间不规律，喜欢熬夜；1 例受试者因平时工作原因白天睡觉。试验护士通过试验中观察受试者精神状态，与其进行有效沟通，缓解受试者犯困状态，因为清醒时和入睡时下丘脑、垂体、靶腺所分泌的激素水平有差异，可能会导致试验结果有误差[8]。护士在操作时通过给受试者放轻音乐、聊天等[9]，使受试者在试验过程中一直处于不犯困状态并保持心态平和，避免过度兴奋和刺激[10]。保证试验顺利结束。

4.2.5 静脉采血不通畅原因分析和对策

本试验中有 5 例受试者因为采血不通畅中途更换静脉留置针。静脉采血不通畅的主要原因包括：(1)穿刺部位在前臂或者手部，血管细；(2)留置针针尖斜面紧贴血管壁或在血管内打折；(3)留置针针头堵塞；(4)冲封管时封管液量不足；(5)留置针用完后小夹子未关开关。总结经验后，试验护士采用以下对策保证采血通畅：(1)试验时选择型号合适的留置针，一般 22G 为宜；(2)穿刺时选择粗直弹性好的血管；(3)静脉穿刺成功后，确保采血处顺畅，方可进行试验；(4)妥善固定留置针，防止发生脱管等现象；(5)每次取血后用注射器抽取 0.9%氯化钠 3ml 进行脉冲式正压封管，防止血液凝固造成堵塞；(6)静脉留置针进行脉冲式正压封管后，先将小夹子开关关闭，再将空针拔除，避免管腔内遗留少量残余血液造成堵管的危险；(7)试验过程中密切观察静脉留置针使用情况，防止因留置针在血管内打折而造成采血不通畅[11]。

4.2.6 仪器设备故障问题导致血糖数值不准确原因分析和对策

1 例受试者在试验 27.5min 出现血糖仪检测数值过高，与实际相差过大，改用罗氏便携式血糖仪复测血糖，与所预估数值相似，因此推测仪器设备可能存在故障。通过更换定标液，校准血糖数值，血糖仪检测数值恢复正常，试验得以顺利结束。因此，操作前一天检查血糖仪是否完好，处于备用状态。仪器定标通过，检测性能良好时，方可安排次日的钳夹试验[12]。通过试验过程中翻阅 INS 相关指南[13]，在全程试验中做到对有异议的血糖值，进行原因查找及复测，保证数据的有效性和准确性。

4.2.7 试验过程中严格把控操作时间原因分析和对策

因试验过程中采血次数频繁且抽血时间间隔较短，采血时需要先回抽被稀释的血液或套管针延长管内残余血，再根据时间取静脉血进行血糖和胰岛素测定，会出现操作时已经过了正常采血时间。采血时间为每 2-10min 完成 1 次，若按正常采血时间才开始准备用品，会出现取血时已经过了正常采血时间，则会影响采血结果的准确性。在采血前，根据采血时间间隔长短和取血量的不同，试验护士提前准备好相关物品，如需冲封管时，提前 15s 准备好单只 0.9%氯化钠注射液，抽吸 3ml 后放入无菌治疗盘中；如抽取套管针延长管残余血时，提前 10s 准备好相关物品。每次采血时间误差不超过 10s，因为时间过长会影响血糖的准确检测[14]。试验护士应提前准备好所需用物，保证采血的准时进行和结果的准确性[15]。

4.2.8 受试者出现血糖不稳定原因分析和对策

1 例受试者在试验过程中输液泵剩余液量显示与实际不符，究其原因发现输液器与输液泵品牌型号均不符，最终导致受试者血糖与输注速率出现偏差，试验最终失败。试验前将所需物品备齐，选择与试验仪器设备相匹配的同型号耗材，避免试验仪器设备的问题出现，保证试验结果的精准性。

5 小结

在各类胰岛 β 细胞功能检测方法中，高糖钳夹技术在国际上被认为是精准性最高的试验。高葡萄糖钳夹技术的建立全面地反映出胰岛 β 细胞对胰岛素，对葡萄糖的敏感性。

高糖钳夹试验操作复杂持续时间长，对医护人员的专业技术能力和应变能力要求较高。护士在试验前应做好受试者饮食指导、心理护理、选择合适的血管，建立良好的静脉通路。试验中做到对试验步骤熟练，与受试者进行沟通交流，缓解受试者紧张情绪，密切观察受试者双侧手臂留置针是否通畅，采血处恒温毯加热及局部皮肤情况，严密监测仪器设备的运行情况。试验后继续输注 20%葡萄糖注射液 30 分钟，指导受试者进食，后测血糖>5.0mmol/L 时，方可离开。我们要不断地从试验中总结经验，摸索规律，保证试验的顺利进行以及科研的科学性、严谨性、准确性。

参考文献

[1] 邢小燕，李光伟. 长效胰岛素类似物葡萄糖钳夹研究结果分析[J]. 中国糖尿病杂志, 2010, 18 (2): 158-160.

[2] 朱敏，贾伟平，包玉倩，等. 高葡萄糖钳夹技术的建立 [J]. 2004, 12 (1): 23-27.

[3] Suprasongsin C, Danadian K, Arslanian SJPR. Hyperglycemic Clamp: A Single Experiment to Simultaneously Assess Insulin Secretion and Insulin Sensitivity in Children 420 [J]. 1997, 41 (4): 72.

[4] Defronzo RA, Tobin JD, Andres RJAJoP. Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance [J]. 1979, 237 (3): E214.

[5] 荆亭，王杭雨，朱剑，等. 连续高胰岛素-正糖-低糖长程钳夹技术的护理体会 [J]. 2018, 003 (18): 30-31.

[6] 曹瑾怡，池洁，邓玉颖，等. 静脉-口服双重高葡萄糖钳夹试验的技术难点及临床处理对策 [J]. 2015, (03): 61-64.

[7] 叶严丽，王丽珠，王秀宝. 保暖贴在 ICU 的妙用 [J]. 护理实践与研究, 2012, 9 (14): 126.

[8] 孟俊华，陶旭，安婧，等. 高胰岛素-正常葡萄糖钳夹检查的护理问题及对策 [J]. 2007, 013 (20): P. 1874-1876.

[9] 呼庆红，梁真，罗国春，等. 67 例病人高葡萄糖钳夹试验中护理问题及对策 [J]. 护理学报, 2007, 14 (1): 48-49.

[10] 孙冉，金璐，李建荣，等. 针对建立高糖钳夹试验过程中的问题分析与改进 [J]. 北京医学, 2021, 43 (7): 705-708.

[11] 周军，姜秋红. Botnia 钳夹试验的护理 [J]. 中国实用护理杂志, 2012, 28 (3): 17-18.

[12] 刘敬珍，赵亚芝，李萍 等. 高胰岛素-正葡萄糖钳夹技术的护理 [J]. 护理实践与研究, 2010, 7 (15): 39-41.

[13] 中国护理管理，李 J. 美国 INS2016 版《输液治疗实践标准》要点解读 [J]. 2017, (2).

[14] 秦月华，袁翠萍，周红文，等. 高胰岛素-正葡萄糖钳夹技术的护理体会 [J]. 2013, (12): 62-64.

[15] 喻红玲，余叶蓉，袁丽，等. 正常血糖高胰岛素钳夹技术的应用及护理 [J]. 2003, 038 (10): 785-787.