

测量血管通路再循环率的实用性

主持 花房 规男 医生

东京大学医学部附属病院 血液净化疗法部 讲师

演讲者 若山 功治 医生

东京女子医科大学病院 临床工学部

铃木 雄太 医生

东京女子医科大学病院 临床工学部

■时间：2013年4月21日

■会场：横滨太平洋大厦会议中心

■联合主办：日本医工学治疗学会第29次学术大会／日机装株式会社

关于筛选性地进行血管通路再循环率测定的必要性的研究

若山 功治

在临床治疗的过程中偶尔会遇到血管通路（VA）的再循环现象。这种现象发生的实际理由是什么？发生的频率大概有多高？应该采取什么样的应对方法？针对这些问题，目前能够作为教材对其进行准确判断的相关论文及佐证还不充足。下面我将结合本院所治疗的病例对什么是VA再循环以及有哪些方法可以发现再循环等问题进行介绍。

什么是VA再循环

透析治疗中的再循环现象，公认存在有VA再循环和心肺再循环两种。VA再循环是指，经过透析的血液回血后，在返回心脏之前再次通过血液回路的动脉侧进行脱血和透析，最终从结果上导致透析效率降低的现象。而心肺再循环则是指经过透析的血液在回血之后，一部分经过透析的血液再次以心脏→肺→心脏→体循环的过程返回到VA血管中，导致其再次进行脱血、透析的一种不可避免的生理现象。

在对VA再循环的原因进行研究后发现，“狭窄”是一个关键词。从穿刺部位与狭窄部位的关系来看，如果抽血部位的上流一侧存在狭窄的情况，则抽血部位就会呈现出剩余负压，从而容易引起VA再循环。脱·回血部

之间存在狭窄的情况时，一般情况下都不会出现问题，不过如果是在抽·回血部的下流一侧存在狭窄的情况的话，则静脉压将会上升，在某些情况下就会发生VA再循环。其他导致VA再循环的原因还可能有循环血液量过低或血压过低。这是因为过度的脱水和血浆再充盈会影响循环血液量和血压使其降低，从而导致内瘘血流量降低。此外，身体姿势的变化也有可能也会导致VA再循环。例如，左侧AVF^{※1}的患者处于左侧卧位，压迫腋下静脉时，根据穿刺位置的不同有可能会发生VA再循环。此外，在处于右侧卧位，VA的位置高于心脏时，分流血流量将会降低，因此也有可能发生VA再循环。

VA再循环的临床特征

通过超声回波我们可以确认到VA再循环现象。例如针对VA为AVG^{※2}的患者在接枝内取A-V，当发生VA再循环时，使用彩色多普勒图像显示A-V关系就会发现红色和蓝色会以固定的间隔反转，由此可以确认发生了VA再循环。颜色反转表示接枝内的血流方向在这一瞬间发生了改变。VA再循环最大的问题就是真正的血流量过低。经过透析的血液发生再循环并再次进行透析会导致实际从体内流出血液的抽血量过低，从而使得透析效率降低。

※1 AVF：arteriovenous fistula 自体血管皮下动静脉瘘
※2 AVG：arteriovenous graft 人工血管皮下动静脉瘘

一般来说，在没有狭窄·堵塞的状态下，只要准确理解血管内的血流方向进行穿刺就几乎不会发生VA再循环。如果发生了VA再循环，则有极高的可能是发生了某种VA机能异常。因此，在发现VA再循环时必须查明其原因并采取适当的应对措施。

VA再循环发生的频率

针对VA再循环的发生频率，本院在16个月的时间内单独以AVF为对象进行了调查。我们使用BV仪（日机装公司生产）对在本院住院治疗的患者进行了VA再循环率测定，并使用透析监视仪HD02（Transonic公司生产）对已通过BV仪确认发生再循环的患者进行了二次检查。在HD02的二次检查中同样确认到再循环的患者约为370人中的4人，确认发生VA再循环的比例约为1%。此结果预示出，即使在表面上看起来没有任何问题的AVF患者中也有可能在大约100人中有1人出现VA再循环的情况。

VA再循环的发现方法

可用于测定VA再循环率的仪器和方法有BV仪、尿素稀释法、HD02、Crit.Line、BTM等。最准确的发现VA再循环的方法就是使用上述仪器、方法对VA再循环率进行测定。可是，在没有VA再循环率检测手段的设施中，如何才能够发现VA再循环呢。下面我将针对这一问题进行解说。

1) 运用清除率差值 (CL-Gap) 进行检查的方法

CL-Gap是由川崎医科大学附属病院的小野淳一等人提出的，以根据治疗前后BUN的浓度变化计算得出的活体侧清除率 (eCL) 与理论清除率 (tCL) 的差值作为间隔进行比较的方法。当发生VA再循环时，透析效率将会降低，eCL与tCL出现间隔，由此可以检测出VA再循环。

2) 通过脱水后血液浓缩进行检测的方法

经过脱水浓缩之后的血液会由于VA再循环再次导入透析器并进行脱水，这种方法就是根据血液过度浓缩的状态来进行判断的。血液的过度浓缩会导致血液回路内压及 ΔBV 等比正常治疗时更剧烈的变化，因此可以通过这种方法来检测VA再循环。但是这个方法会受到脱水速度的影响，在脱水量较少时难以进行检测。而在脱水量较大时，也有可能无法检测出轻度的VA再循环，因此不能说是一种准确性很高的方法。

3) 压迫再循环径路的检测方法

对推测发生了再循环的血管进行压迫。如果有发生VA再循环，则再循环的情况将会消失，从而导致脱血不良及静脉压上升，可以由此来检测VA再循环。

4) 根据血液的性状，颜色的变化等进行检测的方法

当发生重度的VA再循环时，如果在体外循环开始时仔细观察血液回路的抽血部位，就可以确认到回路内填充的生理盐水混在血液中一起进行抽血的情况。这种方法的问题在于其非常依赖于相关负责人员的注意力，而且只能检测出相当重度的VA再循环。

本院的病例报告

【图1】为穿刺间的距离为15.5cm时仍发生了VA再循环的病例（患者A）。BV仪测定的VA再循环率为14%，HD02的测定值为28%。使用简单超声装置对分流血管进行确认后发现，吻合部往上一一点的位置存在严重的狭窄情况，因此认为是由于分流血流量过低而导致发生了VA再循环。因此，在A侧穿刺部与V侧穿刺部之间缠绕止血带对再循环路径进行压迫后，实际血流量从148mL/min降低至113mL/min，VA再循环消失。

【图2】为BV仪测定值为9%，HD02测定值为4%的，确认发生了VA再循环的极轻度的病例（患者B）。由于距离内瘘制备约有2周时间，可能是由于内瘘血管不够发达而导致发生VA再循环，因此对其进行了跟踪观察。

【图3】BV仪测定值为12%、HD02测定值为22%的，确认发生了VA再循环的症例（患者C）。对其进行内瘘超声扫描后发现，由于位于抽血部位之前的吻合部一侧发生了堵塞，因此可以通过颠倒抽血部位与回血部位来使VA再循环的情况消失。

【图4】BV仪测定值为17%，HD02测定值为30%，确

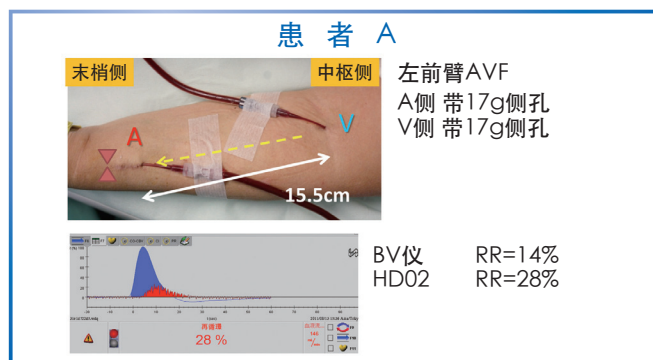


图1

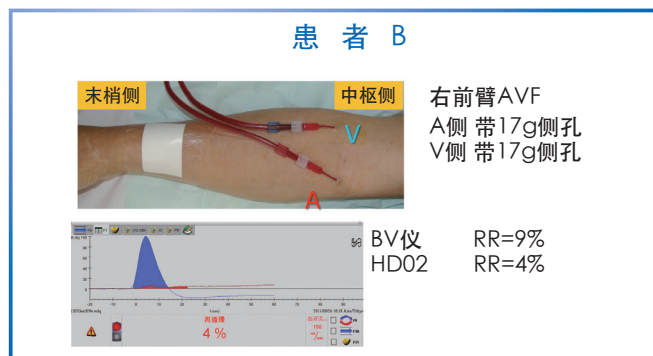


图2

认发生VA再循环的病例（患者D）。通过在肘部制作的AVF对其上臂桡侧皮静脉进行了抽·回血。进行内窥超声扫描后发现，虽然抽血部位周围没有出现问题，但是与回血部位相比中枢侧几乎全部被血栓堵塞。虽然没有完全堵塞，还存在有微细的流径，但是一部分回血的血液却逆流到了抽血侧。

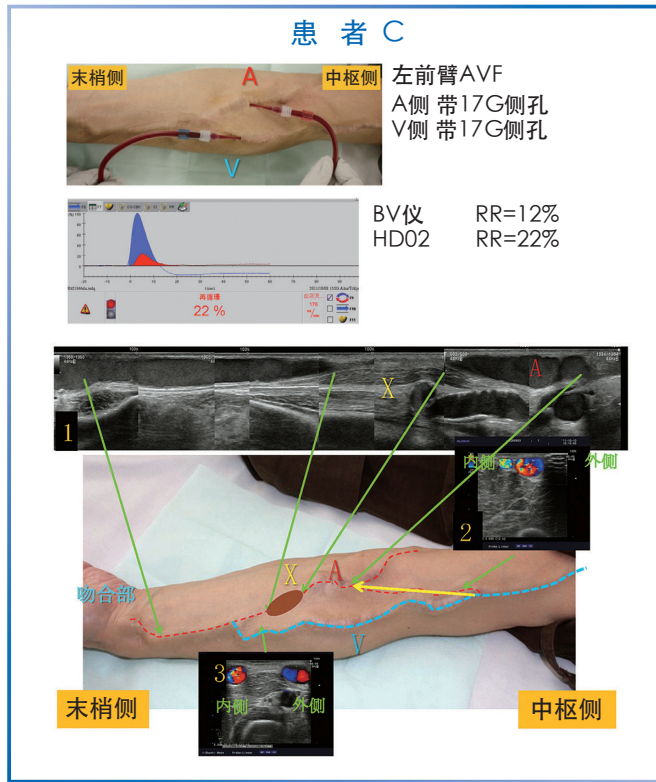


图3

【图5】BV仪测定值为24%，HD02测定值为22%，确认发生VA再循环的病例（患者E）。在对其进行内窥超声扫描后发现，回血所使用的桡侧皮静脉与抽血所使用的正中皮静脉相比，内窥血流量明显较多，血管径较粗。因此只要保证抽血部位和回血部位与以前相反，就能够使VA再循环的情况消失。

【图6】BV仪测定值为17%，HD02测定值为19%，确认发生VA再循环的病例（患者F）。在对其进行内窥超声扫描后发现，回血所使用的血管中枢侧堵塞。因此，将抽血所使用的部位用于回血，在末梢侧拥有比脱血所使用的部位更新的抽血部分就可以消除VA再循环。基于此患者超声回波的VA流量及RI为827mL/min、0.461，没有什么问题，不过却发生了VA再循环。因此认为仅通过VA流量和RI难以对VA再循环进行预测。

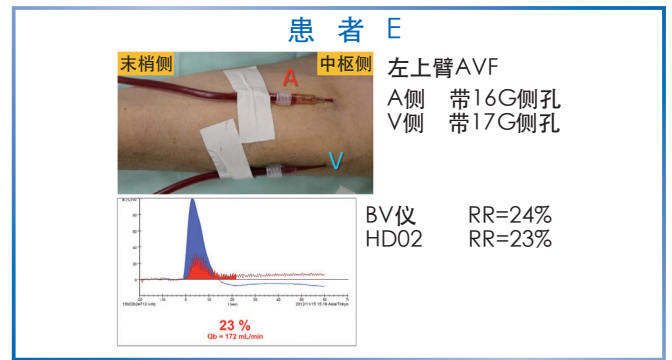


图5

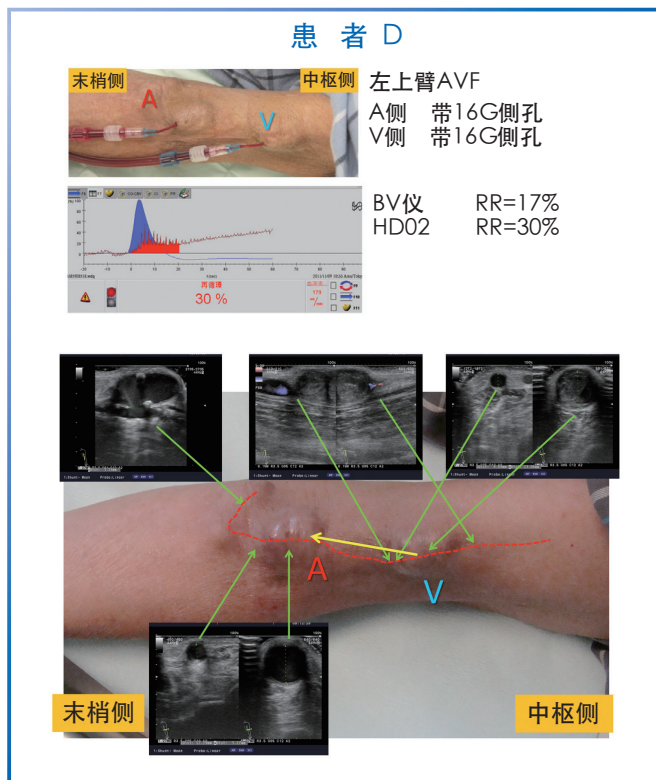


图4

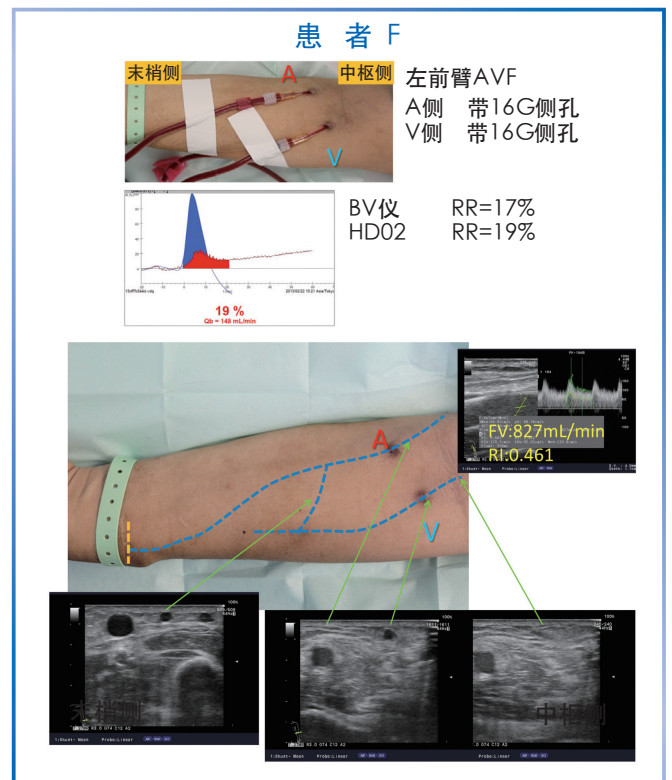


图6

总结

本次所给出的病例全部都是直接使用了原有的穿刺部位，因此之前的治疗也发生了VA再循环的可能性极高，很可能是由于没有检测方法而忽略了这个问题。

发生VA再循环时，在某些情况下有可能难以发生脱血不良及、静脉压上升等异常，因此表面看上去能够正常的进行治疗使其最大的问题所在。在VA管理中，体格检查是最基本的方法，不过仅依靠这一点很难判断是否会发生VA再循环，难以防患VA再循环于未然。

正如本次的病例报告所示，VA再循环即使在穿刺间距

离没有问题的情况下也有可能发生，很难明确的给出“刺这里就不会有问题”，这一点我们必须清楚地认识到。

VA再循环的问题会直接导致透析效率的降低，其原因也有多种多样。如果是由于内瘘血流量过低等内瘘功能所导致的，则在此之后的内瘘保持率等也会受到影响。因此，尽早在前期发现VA再循环，仔细查明其原因并采取适当的措施是非常重要的。但是，日常所使用的普通监视设备大多都难以检测出VA再循环。

综上所述，以观测目的定期的进行VA再循环率测定对VA管理是非常有用的。

利用各种设备进行VA监视

铃木 雄太

血管通路的日常管理

2011年（社）日本透析医学会所提出的“有关慢性血液透析用血管通路制作及修复的方针”的第4章第3项中有一项名为VA机能的监控·监视的项目，我院就是按照这一监控·监视的要求进行VA管理的。

指导方针1：建立对VA机能进行监视的程序

指导方针中的内容是“建立对VA机能进行监视的明确程序。具体是在每次透析时对体格检查结果进行确认，每3个月对VA的血流量进行1次测定，如果发现异常则需要根据相应设施的现状制定程序，以进行进一步的查找。

我院采用了，只要开始治疗前的体格检查正常就可以开始进行治疗，而如果开始治疗前的体格检查中有发现异常，则使用超声波诊断设备进行形态检查·VA血流量的测定等，最适合找出异常原因的评价方法。

在治疗开始后发现异常时，也同样根据异常的内容对再循环率·RQB、动态静态静脉压进行测定，并上报给透析室Dr，如果有需要的话推荐VA门诊检查。

本次，我将针对我所执行的“再循环率·实际血液泵流量（RQB）测定、动态静态静脉压测定”“超声波检查、VA血流量测定”来进行说明。

我院的VA管理法中包含有以下1~6【图7】。

RQB测定通过HD02进行。我院对120名慢性维持性透析患者进行了RQB测定，结果发现占整体3成（37名）患者的RQB/设定血液流量比（偏差率）出现了超过-10%的偏差。此RQB过低的原因可能有穿刺针选择错误、抽血侧的穿刺方向、穿刺部位难以固定、碰触到了血管壁、VA功能障碍等。根据此结果对穿刺针、抽血侧穿刺的方向以及部位进行研究后发现，所有37名患者的RQB都有上升。更改穿刺针，加粗1个行距后，所有29个病例的偏差率全部在-10%以内，对于对穿刺部位及方向进行研

究的病例，14人中有12人的偏差率在-10%以内。

指导方针2·3：关于VA血流量

指导方针中的内容是“AVF为500mL/min、AVG为650mL/min，当低于此数值或与基础血流量相比降低20%以上时则有可能是狭窄病变的表现”。

针对AVF，我院是在VA机能没有问题的状态下预先测定好VA血流量，并以此作为标准值。在治疗过程中出现抽血不良等情况时，每次都对VA血流量进行测定，如果与基准值相比的变动在20%以上，则在上报给透析室Dr之后进行VA门诊检查。而针对AVG，则以每3~4个月一次的频率定期的进行VA血流量测定，如果与基准值的变化在20%以上，则会在上报透析室Dr之后进行VA门诊检查。

VA血流量的测定，采用了基于超声波诊断设备的VA血流量测定与基于Crit.LineⅢTQA（JMS公司生产）·HD02通过再循环率进行计算的VA血流量测定法。用超声波诊断设备所做的针对AVF是对上臂动脉流量进行测定，而对于AVG则是对接枝内的血流量进行直接测定，或者对上臂动脉流量进行测定。如果人工血管为聚氨酯材料则无法进行超声波测定，因此选择对上臂动脉流量

本院的VA管理方法

1. 体格检查(视诊、听诊、触诊)
2. 实际血液泵流量的测定
3. VA血液流量测定
4. 静脉压的测定
5. 再循环率测定
6. 超声波监视

图7

进行测定。使用超声波诊断设备进行VA血流量测定时要进行3次测定，测定值的偏差应在±100mL/min以内。

Crit.LineⅢTQA是将传感器垫垂直设置在距离穿刺部约2.5cm的中枢侧血管上并通过穿刺针在约4秒左右的时间内注入20ml生理盐水。根据此时Ht值的变化来计算VA血流量。

HD02则是在动静脉反向连接的状态下引发再循环从而进行计算的。因此需要在没有分支的血管上进行测定或者在与A·V的穿刺非常近的距离内进行测定，这种方法对于AVG很容易保证较高的测定精度，而对于AVF则存在测定精度略低的问题。

基于超声波诊断设备的上臂动脉流量测定是对内瘘手臂整体的血流量进行评价，而基于HD02及Crit.LineⅢTQA的VA血流量测定则是对穿刺血管内的血流量进行评价，需要注意其含义的改变。

指导方针4：关于静脉压的测定

我院在VA为AVG时是对静态静脉压进行测定并将其作为基准值的。由于动态静脉压（治疗时的静脉压）会受到穿刺针粗细、血液泵流量以及滴液室位置的影响，因此在动态静脉压的上升幅度在50mmHg以上时改为对静态静脉压进行测定，当上升高于基准值时将在上报透析室Dr之后进行VA门诊检查。需要注意的是，即使血管存在狭窄的情况，根据其部位与穿刺位置的关系静脉压有可能不会出现上升，从而无法进行检测。

指导方针5：关于再循环率的测定

方针规定的内容为“再循环率的测定应使用不依赖尿素法的稀释法或者【图8】所示的尿素稀释法进行测定。不得使用3点法的尿素稀释法。在2次以上的测定中，使用尿素稀释法时为15%以上，使用尿素稀释法以外的稀释法时为5%，如果超过这一数值则需要对其原因进行检查”。

我院是使用HD02以及BV仪来测定再循环率的。HD02的再循环率测定原理为通过静脉侧滴液室在大约4~6秒的时间内注入10mL生理盐水，通过静脉侧传感器对稀释波形进行观测。在没有发生再循环时，稀释波形不会反映在动脉侧传感器上，而发生再循环时，稀释波形将会反映在动脉侧的传感器上。再循环率通过此动脉侧、静脉侧传感器的稀释波形的面积来进行计算。

通过透析设备内置的BV仪单元与画面上的再循环率测定开始开关可以对再循环率进行测定。测定次数最多为在1次治疗中进行5次测定，设备画面上将会显示再循环率的测定结果以及测定是在治疗开始之后的几小时几分钟进行的。通过BV仪进行再循环率测定的原理是，通过透析器进行1秒钟的快速脱水，使血液浓缩，然后通过静脉侧的BV仪对浓缩波形进行观测。如果没有发生再循环则浓缩波形不会反映在动脉侧的BV仪上，而如果发生了再循环，则浓缩波形也会反映在动脉侧的BV仪上。

BV仪是通过此血液浓缩波形的面积来计算再循环率的【图9】。

指导方针6：关于超声波检查

在对VA进行绘图时是按照【图10】中的项目来进行的。除此以外需要使用超声波诊断设备的还有套管前端留置位置的评价和超声波引导下穿刺等。我院的VA绘图是通过在一定程度上实现标准化的程序进行统一评价的。这是为了尽可能的排除由不同测定者所带来的偏差。定期的上臂动脉流量测定及VA绘图是以6个月一次的频率对我院门诊患者进行的。而在日常治疗中也会在通过体格检查发现异常时适当的进行。

超声波引导穿刺可以在向难以触及的深部静脉进行穿刺时或者在对难度较高的血管进行穿刺时，根据穿刺者的判断来选择使用。

基于尿素稀释法的再循环率测定法

血液透析开始30分钟后停止超滤并进行测定

- 从动脉侧(A)和静脉侧(V)采集样本。
- 采血后立即将血流量降低至120ml/min。
- 在降低血流量10秒之后停止血液泵。
- 夹止动脉侧采样口的下流。
- 通过动脉侧采样口进行采血(S)。
- 取下夹钳再次开始血液透析。
- 测定 A.V.S 的尿素氮浓度，计算出再循环率(R)。
 $R = (S-A)/(S-V) \times 100$

图8

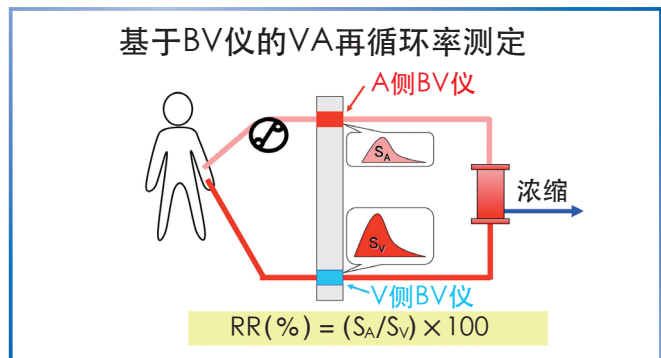


图9

GL-6 超声波检查

超声波绘图

- 上臂动脉血流量
- R.I
- 穿刺部位(短轴、长轴、血管直径)
- AVF吻合部
- AVG吻合部
- 接枝流量

图10

通过BV仪进行再循环测定时的波形如【图11】·【图12】所示。图11为在导管反接的情况下BV仪测定到9%，HD02测定到20%的再循环的病例，两个测定设备间的偏差在一定的容许范围之内。

不过在图12（左上）的病例中，导管正接下的BV仪测定值为48%，HD02测定值为7%，测定值有较大的偏差。其原因是此病例正在进行HDF治疗，由于再循环测定而进行了快速的脱水，补液受其影响而滴下从而影响到静脉侧BV波形。

图12（左下、右上）为VA发生动脉表浅化的病例。在机能上不会发生VA再循环的表浅化动脉病例中观测到了再循环，而在通过HD02进行确认测定时再循环率的结果全部为0%。因此认为可能是测定时的身体移动及脱血不良对BV波形造成了某种影响，从而产生了测定误差。

【图13】为由于穿刺位置的差异而产生VA再循环的病例。抽血侧从红①的位置向中枢侧进行穿刺，静脉侧选择蓝①时，再循环率为20%。通过超声波确认发现，蓝②中存在逆流的血液。而血流量约为350mL/min，已经进入了适用外科处置的范围内，不过在对穿刺位置进行研究后发现，不使用蓝①而是改用其他的静脉就可以正常的进行治疗。这是一例通过有效利用VA再循环测定、超声波形态观察等方法得以避免进行外科处置的病例。

【图14】为治疗过程中再循环率发生变化的病例。治疗开始时以及1小时后的再循环率虽然低于5%，但是在2小时后进行测定时发现再循环率达到了21%。根据治疗开始时的超声波观测及2小时后发生血压降低时的超声波观测可以认为，其原因是血压降低和动脉侧吻合部附近的狭窄的影响导致AVG内的血液流量降低，从而使得回血的血液很容易返回到抽血侧。

因此应该时刻注意此类病例的存在，尽可能的保证能够在治疗期间内进行多次VA再循环测定的治疗环境。

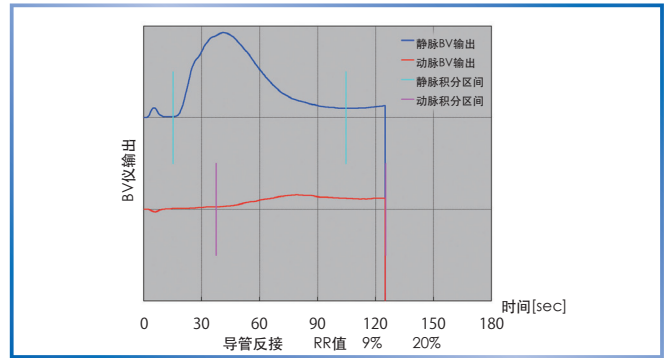


图11

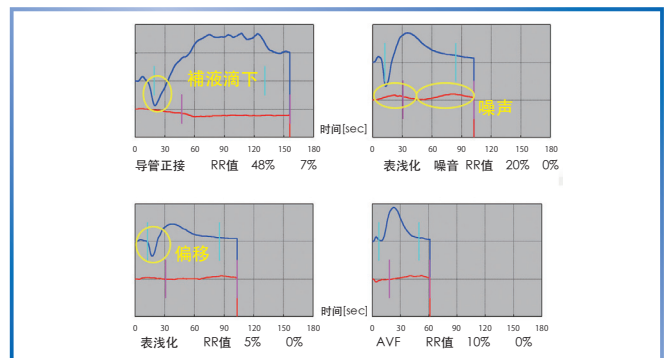


图12

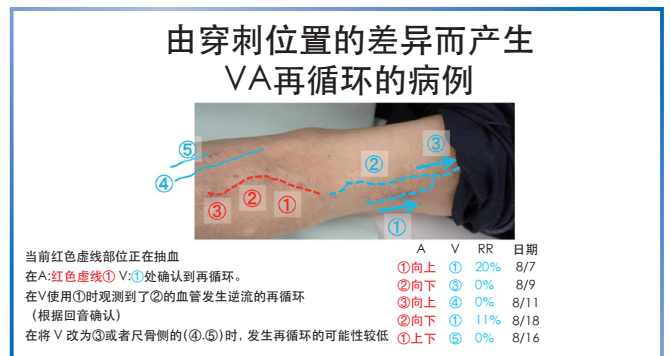


图13

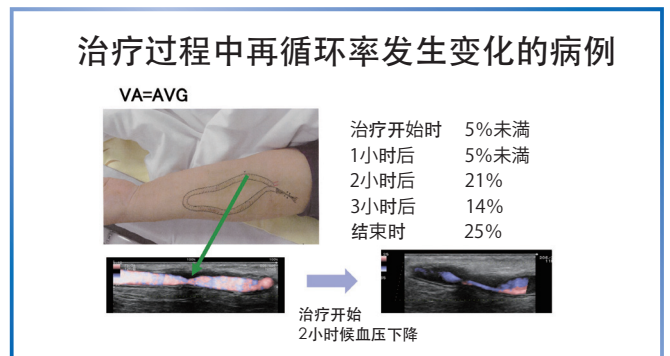


图14