

BV 计的使用现状与未来期望

主持 **田部井薰** 医生
自治医科大学埼玉医疗中心
肾内科教授

演讲人 **花房规男** 医生
东京大学医学部附属医院
血液净化疗法部讲师

时间：2010 年 4 月 4 日 会场：都市中心酒店
协办：日本医工学治疗学会第 26 届学术大会/日机装株式会社

主持人致辞

透析医疗的一项重要目的就是去除体内多余的水分，而脱水自然会导致血压降低。对于从事透析治疗的医疗人员来说，应对透析中出现的血压降低是日常工作中需要面对的重要且烦杂的问题。我从事透析中血压降低与循环血量变化的研究已经有 20 年了，但至今仍会为干体重的设定而感到烦恼。本研讨会将由专注于 BV 研究的花房规男医生针对日机装所研发的可测定循环血流量变化率的系统、血容积（BV 计），进行演讲。

控制干体重的重要性

透析患者血压异常的频率较高，2005 年透析医学会的调查数据显示，在透析治疗开始时收缩压超过 140 mmHg 的患者为 75%，透析治疗结束时为 50%。另一方面，出现低血压的频率也较高，收缩压低于 100 mmHg 的患者在透析治疗开始时有几个百分点，而在透析治疗中则为约 15% 左右。

血压的上升、下降是密切相关的（图 1），应对不当有可能会导​​致心血管并发症及器官缺血等，导致恶性循环。血压降低的因素有脱水带来的血量减少、由并发心脏疾病所导致的心脏收缩力降低，由各种原因导致的末梢血管阻力降低。另一方面，肾脏出现的水钠代谢障碍会导致血量增加心输出量增加从而引发血压上升。末梢血管阻力与血量的增加相关，因此要控制血压，最重要的就是控制干体重（DW）和控制血量。

另外，由于血液透析属于间歇治疗，因此在透析之前容易出现水和溶质都变多的情况，引发高血压、心脏衰竭、高磷血症等。另一方面，在血液透析之后则容易出现水分减少，导致血压降低。所以控制盐分和水分​​的摄取都十分重要，而 DW 的设定也同样重要（图 2）。

DW 的定义多种多样，DW 的指标也并非绝对，必须根据透析后半段到透析结束后发生的血压降低或伴随过量脱水出现的下肢抽筋、声音嘶哑、耳鸣等症状，与血压、浮肿等病理表现，以及其他血液指标和血液浓缩指标等检查表现进行综合的判断。

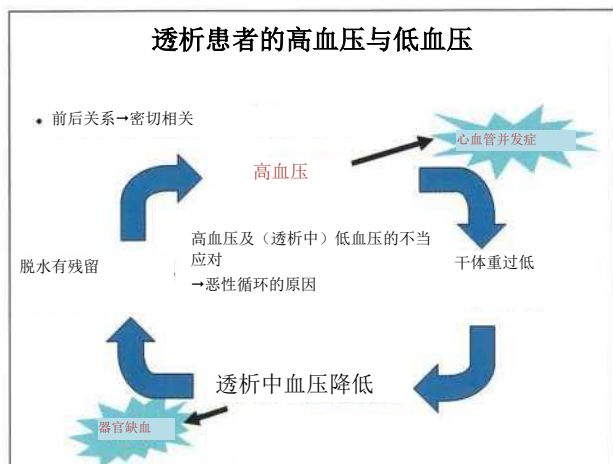


图 1. 透析患者的高血压与低血压

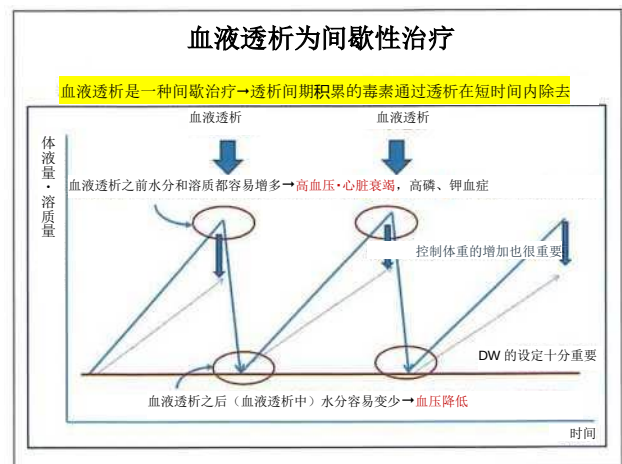


图 2. 血液透析为间歇性治疗

干体重相关的检查

与 DW 设定相关的检查有血量的指标与血液浓缩的指标。血量的指标为静态（static）指标，是推测某个时间点的血量，根据该指标来设定 DW。另一方面，血液浓缩的指标作为动态（dynamic）指标，是利用了血浆再充盈（PR）与 DW 的关联。在进行脱水后测定 PR 如何反应，以此来对 DW 进行推测。

血量的指标有心胸比率（X 射线照片）、下大静脉直径（腹部超声波检查）、hANP、BNP（血液检查）等。hANP 与 BNP 是心脏分泌的肽激素，是可在心脏检测出的血量指标。其中 BNP 不但与心功能存在相关性，还与预后相关。另一方面，也有 hANP 与后述的 PR 存在相关性的指摘。有报告称，在对 164 人的透析后 BNP 进行测定，并在 3 年内进行跟踪以观察其与预后的相关性，结果发现以低于 BNP 200 pg/mL 为标准的 odds 比与大于 BNP450 pg/mL 相比有明显的增加，而 700 pg/mL 以上时死亡的风险则会达到 50 倍以上（图 3）。

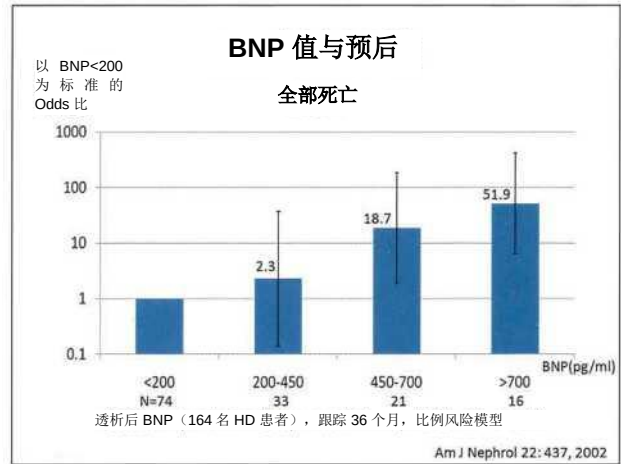


图 3.BNP 值与预后

接下来将会介绍田部井医生团队针对 hANP 的合理值进行研究的报告。在体液量的多少与透析后 hANP 的相关性中，hANP25—100pg/mL 条件下体液量正常的患者最多，而在中位数的 40-60pg/mL 下，96% 的患者为合理 DW（图 4）。

而有趣的是，在表明 hANP 与 PR 存在关联性的报告中，可以看出 hANP 较低时血浆再充盈率（PRR）同样较低，而 hANP 较高时 PRR 则相对较高（图 5）。

这就出现了作为干体重指标的血量指标是在透析前看还是在透析后看的问题，两者也各有优缺点（图 6）。

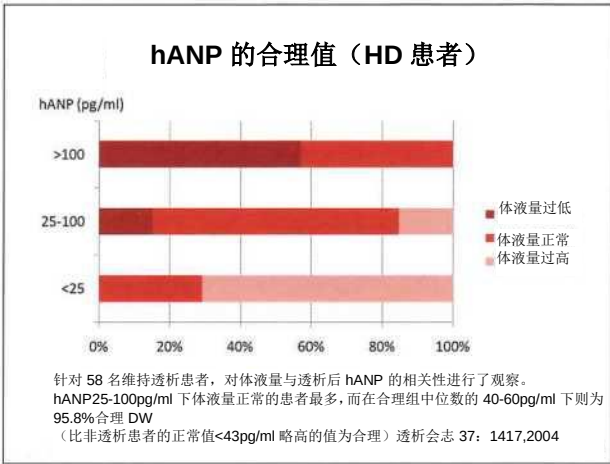


图 4.hANP 的正常患者（HD 患者）

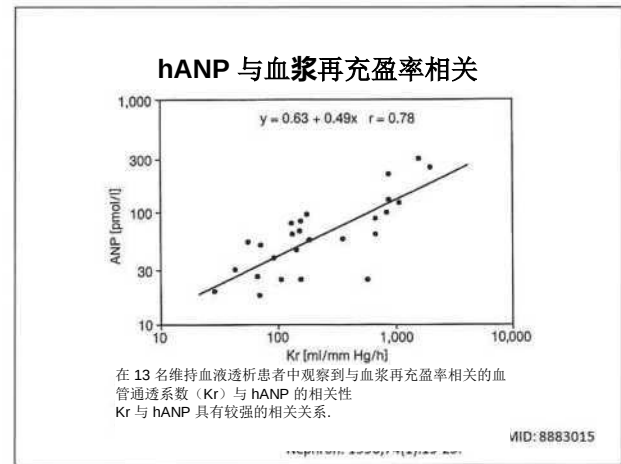


图 5.hANP 与血浆再充盈率相关

	透析前	透析后
优点	血量稳定 可反应当天的脱水 评估有无充血	能在设定的体重下 测定
缺点	每次透析时的体重增加量 各不相同	血量不稳定 血浆再充盈率下降↓时，被过低评估

图 6.干体重的指标：血量指标问题

血液浓缩指标

另一个干体重指标的血液浓缩指标，是通过 BV 计来确定 DW 的根据。考虑血液浓缩指标时的重要因素是 PRR，也就是血管外滞留的水钠向血管内移动的速度。PRR 与 DW 之间存在关联性，如果除水速度大幅超过 PRR，则会因血量减少而导致血压降低。透析开始前，在透析治疗间隔中摄取的水分将会均匀分布在血管内与血管外。另一方面，在血液透析中，由于只能从血管内进行脱水，所以血管外的水分会向血管内移动。这种移动就是 PR。

DW 设定较低，血管外也没有多少水分时，PR 就会较慢，脱水会导致血液过度浓缩。另一方面，因 DW 设定较高，血管外水分较多时，进行脱水后还会出现较快的 PR，血液就会被稀释。

在考虑透析后体重与脱水速度、血液浓缩的相关性时，超出 PRR 的脱水与血液浓缩有关，即使在相同的脱水量下，透析后体重越低血液浓缩程度越高。如果血液浓缩程度过高的话就会出现 crush。因此，在正常的脱水量下，不会引发 crush 且血液浓缩程度最高时的透析后体重就是 DW（图 7）。

另一方面，在透析后体重相同的情况下，脱水速度越快血液浓缩程度就越高，而过高时就会引发 crush。

除 DW 以外，对 PRR 有影响的因素还有胶体渗透压及结晶渗透压等渗透压、糖尿病、感染·炎症、hANP 浓度等影响血管通透性的因素，低白蛋白血症、低钠血症等渗透压降低、糖尿病、炎症·感染、hANP 降低等也会导致 PRR 降低。

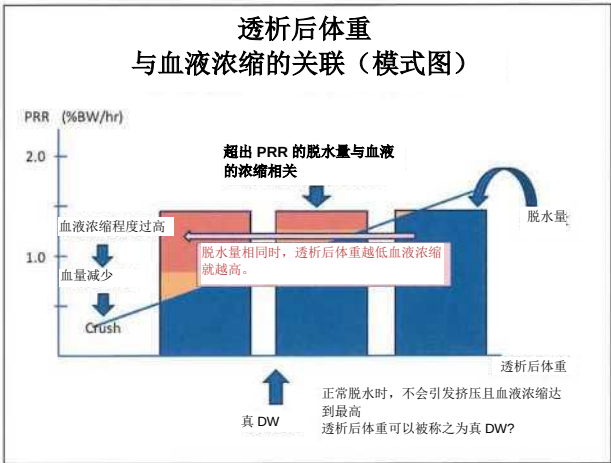


图 7.透析后体重与血液浓缩的关联

监视血液浓缩指标的方法

实际用于监视血液浓缩指标的方法有 PWI（Plasma Water Index）以及连续血细胞比容监测法。

PWI 是比较简便的方法，是通过测定透析前后的总蛋白，再用其变化率除以体重的变化率来求出结果。当结果小于 2 时则认为血液浓缩程度较低，大于 4 时则认为血液浓缩程度较高（图 8）。

虽然 PWI 是比较有效的方法，但是也存在需要进行检查和无法当场取得结果等问题。为了解决这些问题，连续血细胞比容监测法就能够实现实时评估血液浓缩情况，包含 3 种方式。其中，日机装的血容计（BV 计）最大的优点就是不需要特殊的消耗品（图 9）。

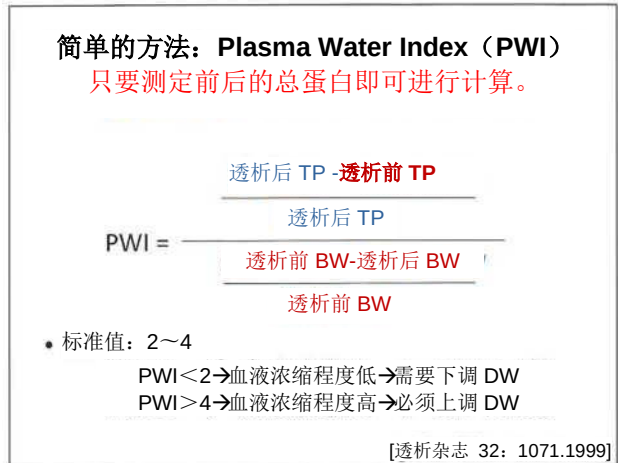


图 8. Plasma Water Index (PWI)

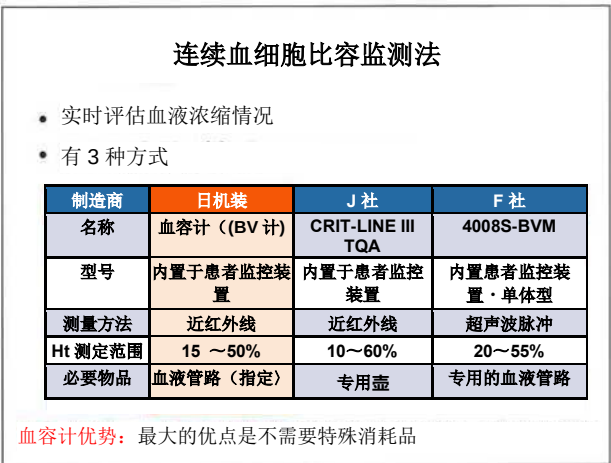


图 9.连续血细胞比容监测法

设定 DW 时，时间点的把握至关重要。将长期透析治疗作为宏观视角，1 次透析的过程作为微观视角。从宏观视角来看，血压的变化、心胸比、IVC、PWI 与上一次的变化，以及患者是胖了还是瘦了等病历都十分重要。另一方面，透析中的血压变化，因脱水而产生的血量变化等以往不太被重视的微观视角也十分重要。而在微观视角中，BV 计起着非常重要的作用。

例如图 10 为透析中血压变化经过的图表，左侧显示，血压在透析过程中值较高，也没有因脱水而产生波动、下降，因此评估 DW 可以下调。右侧是良好的血压变化，虽在透析后半段略微降低，但无需进行医疗干预，可在回血时恢复。

通过 BV 计进行监测时，图 11 的左侧通过 BV 计没有检测到血液浓缩，因此考虑可以下调 DW。另一方面，右侧显示血液浓缩正常，说明 DW 应保持不变。因而可在 1 次透析过程中，在一定程度上评估脱水量是否合理，以及 DW 是否合适。

不使用 BV 计时，一般会先设定临时的 DW，在进行数次透析治疗后，根据其结果得出的血压变化、血量指标、血液浓缩指标来重新设置 DW。而使用 BV 计后，由于是实时测定，因此可以根据实测的参数在 1 次透析中随时设定脱水量。

例如，开始时血压正常，但在透析中发生血压降低时，若 BV 计检测出血液浓缩程度较高，则可在停止脱水并给于高渗液的同时，重新评估 DW（图 12）。另一方面，血压在治疗后期上升或从开始就很高时，若通过 BV 计未发现血液浓缩，则可在加快脱水速度的同时评估下调 DW（图 13）。

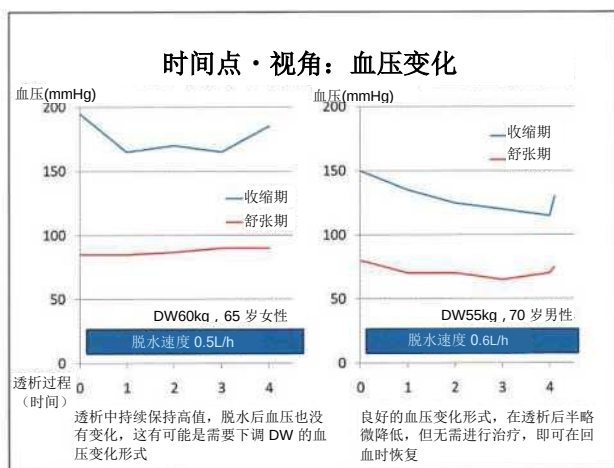


图 10.时间点的把握（血压）

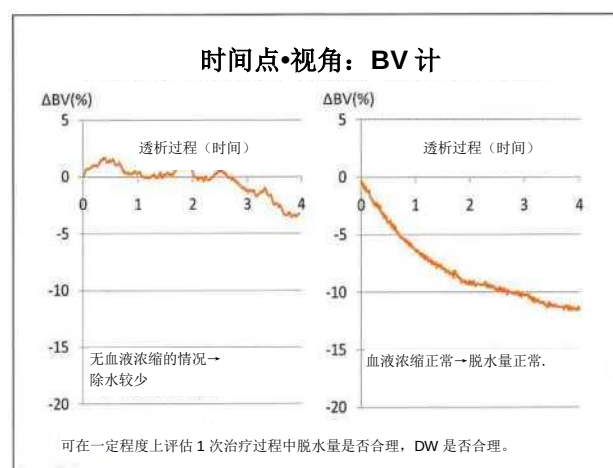


图 11.时间点的把握（BV 计）

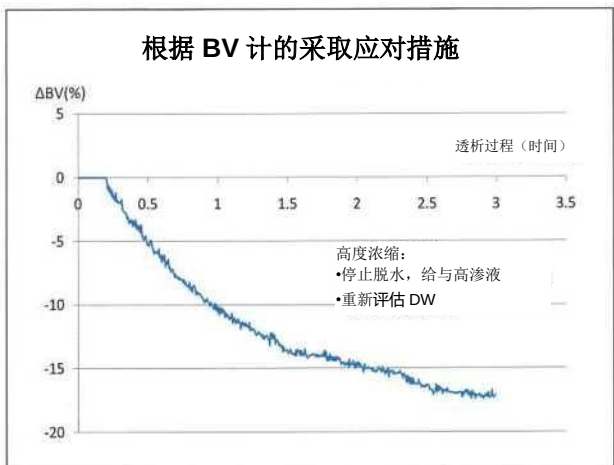


图 12.根据 BV 计采取的应对措施（高度浓缩）

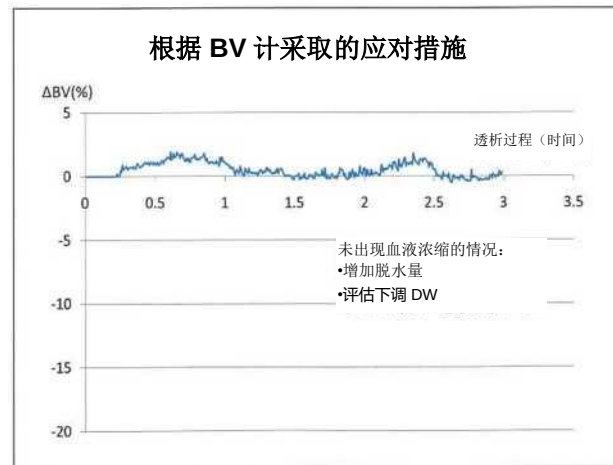


图 13.根据 BV 计采取的应对措施（未出现血液浓缩的情况）

针对血压异常的原因采取应对措施

通过 BV 计可以针对血压异常的原因采取应对措施。例如血压降低时，如果通过 BV 计检测出血液高度浓缩，则可以针对血量减少采取增加血量的应对措施，而如果没有检测到血液浓缩，则可能是末梢血管阻力降低，应采取使用升压药等增加末梢血管阻力的应对措施。

另一方面，当 BV 计的画面中血液浓缩程度较高时，则原因考虑可能是①DW 的设定过低，②脱水速度过快 PR 无法赶上，③存在再循环的情况。通过停止脱水 5 分钟左右对其原因进行区分。例如在①的情况下， ΔBV 将保持在高浓缩状态，而②的情况时会因 PR 而使 ΔBV 有些许恢复。

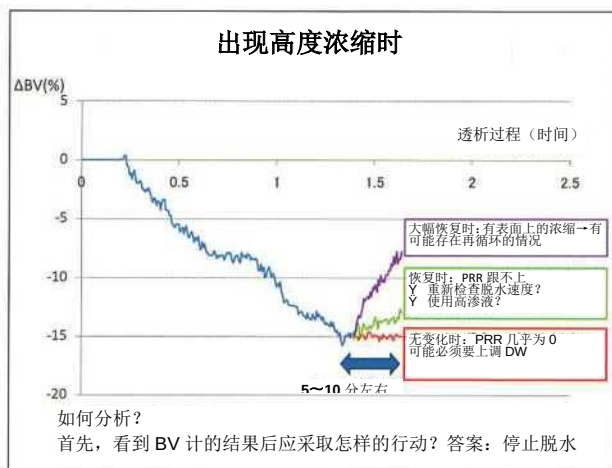


图 14.出现高度浓缩时

③的情况时，因血液浓缩只发生在管路内，因此只要停止脱水 ΔBV 就会大幅度恢复（图 14）。

BV 计的另一个重要作用就是测定再循环率。其优点有，①不需要耗材，②可在短时间内完成测定且操作简便，③可测定的血流量范围较大。不需要注射器和生理盐水等耗材成本。另外，装置自身能够完成测定，因此任何人都能轻松地进行测定操作，只需要约 2 分 30 秒左右即可当场获得结果。最低血流量为 100 mL/min 时也能测定再循环率也是非常有用的功能。其他设备在有明显的再循环情况时，如果血流较慢可能会导致机器错误估计了测定时机，则出现的结果可能 $<4\%$ ，而此设备则不会出现这种情况（图 15）。

通过 BV 计测定再循环率的优点

- 测定**不需要使用消耗品**：低成本
-无需注射器和生理盐水
- 可在**短时间内轻松完成**测定：一键完成！
-无需血液检查，可当场显示测定结果
-约 2 分 30 秒（血流 200ml/分时）
-设备会执行所有有关测定的操作，“任何人”都能轻松测定
- 可测定的**血流量范围大**
--100~400ml/分（实际上不会有 $<4\%$ 的情况）

图 15.通过 BV 计测定再循环率的优点

BV 计的未来期望

展望的关键词是透析向导系统。该用途可应用在血透室以及居家透析装置中。前者通过 HD 中的连续监测可实现血压降低的预测和应对，因此只需要较少的人员就可提供更加安全的透析治疗。后者是无医疗工作人员的极端情况，可通过在血压发生变化之前发出警报来保证安全的血液透析治疗。

另外，使用 BV 计可以一键轻松测定再循环率，便于尽早发现内瘘、穿刺问题。

由于血液透析患者具有易出现并发症的流行病学特征，所以预防至关重要。在居家透析时，BV 计能够预防血压降低，是非常有用的工具，有助于实现更加安全的居家血液透析治疗。

总结

控制干体重是透析疗法的基础。干体重应依据尽可能多的指标来进行设定，而日机装的 BV 计作为评估 DW 的指标之一是非常重要的工具。其不但能够减轻患者、医护人员的负担，还能保证透析治疗安全进行，是一种不可或缺的功能。