

BV计 应用的现状与今后的发展

主持 田部井 薫

自治医科大学埼玉医疗中心 肾脏科教授

演讲者 花房 规男

东京大学医学部附属病院 血液净化疗法部 讲师

■时间：2010年4月4日

■会场：都市中心大厦

■联合主办：日本医工学治疗学会第26次学术大会／日机装株式会社

主持人致辞

透析医疗的重要目的之一是将体内增加的水分去除，而脱水后血压自然会降低。对于透析相关的医护人员来说，对在透析过程中出现的血压降低采取相应的措施是日常业务中非常重要、同时也是非常繁杂的工作。我对透析过程中的血压降低与循环血液量的变化研究了20个年头，至今仍然会为干体重量的设定而烦恼。在本次研讨会中，我们将有请作为年轻一代的希望一直在对BV进行研究的花房规男先生对日机装所开发的能够对循环血液量变化率进行测定的系统、血液量仪（BV计）进行介绍。

干体重控制的重要性

透析患者发生血压异常的频率很高，根据2005年透析医学会的调查数据，收缩压超过140 mmHg的患者在透析治疗开始时为75%，在透析治疗结束时为50%。而另一方面，他们发生低血压的频率也很高，收缩压低于100 mmHg的患者在透析治疗开始时不足10%，在透析治疗过程中约为15%左右。

不当应对与血压的升高、降低紧密相关（图1），会导致心血管并发症及器官缺血等，从而导致恶性循环。血压降低的机理是，由脱水而导致的血液量减少、由并发的心血管疾病导致的心脏收缩力下降、各种原因所引发的末梢血管阻力降低。而另一方面，由于肾脏的水、钠

透析患者的高血压和低血压

●正反一体的关系→紧密相关

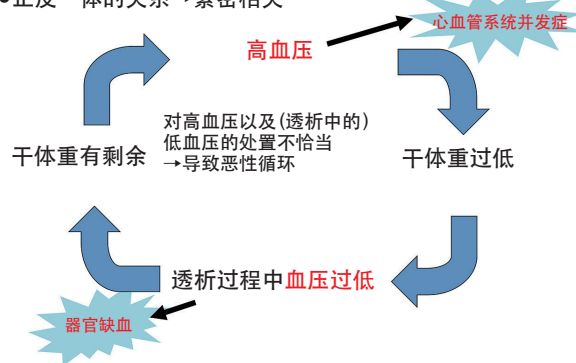


图1 透析患者的高血压与低血压

排泄障碍导致血液量增加并通过心输出量的增加而促使血压上升。而末梢血管阻力也已经证明与血液量的增加相关联，在血压的控制中干体重（DW）的控制和血液量的控制都是非常重要的。

此外，由于血液透析属于间歇性治疗，因此在进行透析之前很容易堆积大量的水和溶质从而有可能导致高血压、心脏功能不全和高磷血症。而另一方面，在进行血液透析之后水分则容易过低，从而导致血压降低。为了降低峰值与谷值间的差距，不仅盐分与水分的摄取很重要，DW的设定也是非常重要的（图2）。

DW的定义有很多种，而DW的指标也并不是完全绝对的，需要根据透析后半段到透析结束后随着血压降低或过度脱水而出现的下肢抽筋、声音嘶哑、耳鸣等症状，体格检查中的血压·浮肿、其他血液量的指标及血液浓缩等各种检查指标进行综合的判断。

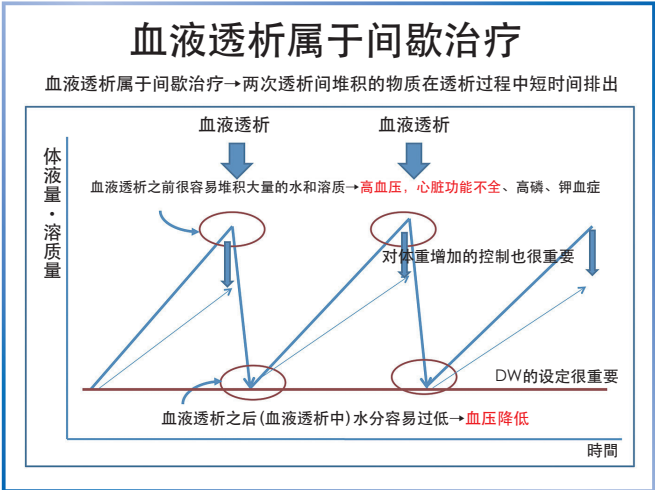


图2 血液透析属于间歇治疗

I 干体重的相关检查

与DW设定相关联的检查有血液量的指标与血液浓缩的指标。血液量的指标为静态的（static）指标，用于推测某一时间点的血液量并由此对DW进行设定。另一方面，血液浓缩的指标为动态的（dynamic）指标，利用的是血浆再充盈（PR）与DW的相关性。通过脱水并测定PR如何进行反应来推算DW。

血液量的指标中包括有心胸比（X光照片）、下腔静脉直径（腹部超声波检查）、hANP、BNP（血液检查）等。hANP和BNP为心脏分泌的肽类激素，是能够在心脏检测的血液量指标。特别是BNP，不但与心功能存在相关性而且还与预后相关联。而另一方面，hANP则被指出有可能与后述的PR存在关联。我们针对164人对透析后的BNP进行测定并在3年时间里进行跟踪调查，发现了其与预后的关联，以低于BNP200 pg/mL为标准的odds比在超

过BNP 450 pg/mL时会表现出明显的增加趋势，而在达到700 pg/mL以上时死亡的风险将会达到50倍以上（图3）。

这里我在想介绍一下田部井先生的团队针对hANP适当值的研究报告。在体液量的多少与透析后hANP的关联中，hANP25—100pg/mL下体液量正常的患者最多，在其中值40—60pg/mL的范围内有96%的患者得到了适合的DW（图4）。

更有趣的是，报告称hANP与PR存在相关性，已知当hANP降低时血浆再充盈比率（PRR）也会降低，hANP升高时PRR也会升高（图5）。

这样一来，作为干体重指标的血液量指标就出现了应该看透析之前还是透析之后的问题，而它们也各有各的优缺点（图6）。

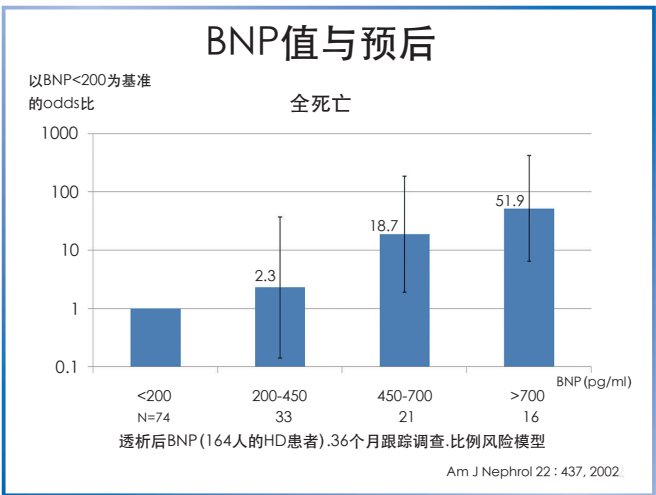


图3 BNP值与预后

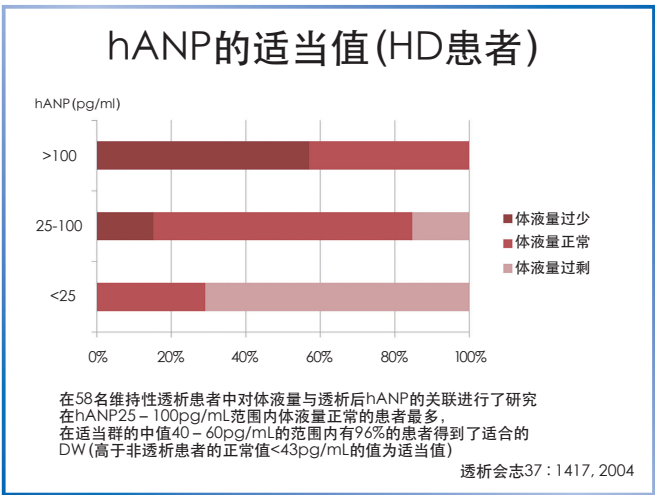
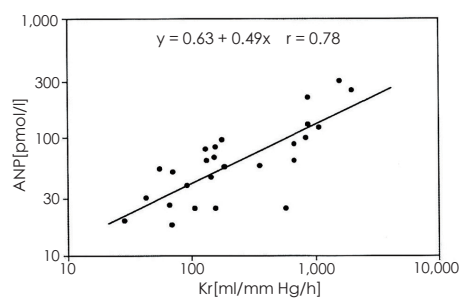


图4 hANP的适当值(HD患者)

hANP与plasma refilling相关



在13名维持性血液透析患者中，对与plasma refilling rate相关的血管渗透系数(Kr)与hANP的关联进行了研究，发现Kr与hANP存在较强的相关性。

Nephron. 1996; 74 (1): 19-25.

PMID: 8883015

图5 hANP与plasma refilling相关

干体重的指标： 血液量指标的问题点

	透析前	透析后
优点	血液量稳定 可反映出当天的脱水量	可以根据设定的体重 进行测定
缺点	每次透析体重增加都 不相同	血液量不稳定→ plasma refilling ↓ 时 会过于低估

图6 干体重的指标：血液量指标的问题点

血液浓缩的指标

还有一个干体重的指标就是血液浓缩的指标，它也是可以根据BV计决定DW的依据。在考虑血液浓缩的指标时，最重要的就是PRR，也就是血管外储存的水·钠向血管内移动的速度。PRR不但与DW之间存在相关性，而且如果脱水速度严重超出PRR，则血液量将会减少从而导致血压降低。透析之前、透析过程中摄取的水分将会均匀的分布在血管内与血管外。另一方面，由于血液透析只能去除血管内的水分，因此就需要让血管外的水分移动到血管内。这种移动就是PR。

当DW的设定较低，血管外也没有多少水分时，PR就会降低，血液就会由于脱水而发生过度浓缩。另一方面，当DW的设定过高，血管外存在大量水分时，即使进行脱水也会使PR变得更高从而导致血液稀释。

如果综合考虑到透析后体重与脱水速度、血液浓缩的关联，即使超出PRR部分的脱水与血液的浓缩相关联，选择相同的脱水量，血液浓缩也会随着透析后体重的降低而增加。而如果血液浓缩过度的话则会引起血管褶皱。因此，在正常脱水量下不会引起血管褶皱且能得到最大血液浓缩的透析后体重才是最合适的DW（图7）。另一方面，在相同的透析后体重下，如果脱水速度变快

则血液浓缩将会变高，而过高的话则会引起血管褶皱。

DW以外能够影响PRR的因素还有胶体渗透压和晶体渗透压等渗透压，糖尿病、感染·炎症，hANP的浓度等都是影响血管渗透性的因素，而低蛋白血症、低钠血症等渗透压过低，糖尿病、炎症·感染、hANP过低等则可能会导致PRR降低。

透析后体重与 血液浓缩的关系(模式图)

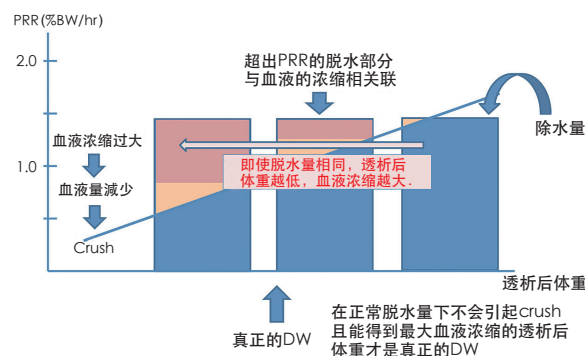


图7 透析后体重与血液浓缩的关系

对血液浓缩的指标进行监视的方法

实际上对血液浓缩的指标进行监视的方法有PWI (Plasma Water Index) 以及连续血细胞比容监视法。

PWI是一种比较简单的方法，它通过测定透析前后的总蛋白然后用其变化率除以体重的变化率来进行计算。如果所得的值低于2则判定血液浓缩较低，大于5则判定血液浓缩较高 (图8)。虽然PWI是一种具有实用性的方法，不过由于其需要进行检查因此无法在当场获得结果。而解决这一问题实现实时对血液浓缩进行评估的就是连续血细胞比容监视法，其共有三种方法。日机装的血液量仪 (BV计) 最大的优点就是不需要特殊的消耗品 (图9)。

在DW的设定中，时间的概念具有重要的意义。针对长期透析疗效的积累要用宏观的视角去看，针对1次透析的过程则要用微观的视角去看。从宏观视角上重点观察血压的变化、心胸比、IVC、PWI与上一次的变化，身体胖瘦变化，十分重要。另一方面，透析过程中的血压变化，伴随脱水所产生的血液量的变化等，以往并未

过多顾及的微观视角也很重要，而在这种微观视角中，BV计能发挥非常重要的作用。

例如在图10的透析过程血压变化图表中，左侧为血压在透析过程中持续处于高值，由于血压没有随着脱水而改变，因此有可能是DW过低的血压变化图。右侧则是在透析后半段出现少量下降，不需要任何处置措施，就能通过回血而恢复的良好血压变化图。

而通过BV计进行观察可以看出，图11左侧的BV计中未观测到血液浓缩，因此可以认为可能是DW过低。另一方面，右侧能够观测到非常合适的血液浓缩，从图形中可以看出目前的DW非常合适。像这样通过1次的透析过程就可以对脱水是否合适以及DW是否合适等问题进行评估。

如果不使用BV计，一般都会设定临时的DW，并进行数次透析治疗，然后根据其血压变化、血液量指标·血液浓缩指标的结果对DW进行再次设定。而在使用BV计的微观视角中，因为是实时进行测定的，因此能够在1

简单的方法：Plasma Water Index(PWI)

只要测定出透析前后的总蛋白就能够进行计算

$$PWI = \frac{\frac{\text{透析后TP} - \text{透析前TP}}{\text{透析后TP}}}{\frac{\text{透析前BW} - \text{透析后BW}}{\text{透析前BW}}}$$

●标准值：2~5(4?)

PWI<2 → 血液浓缩小 → DW ↓ 可能
PWI>5 → 血液浓缩大 → DW ↑ 必要

[透析会志 32: 1071, 1999]

图8 Plasma Water Index(PWI)

连续血细胞比容监视法

- 实时对血液浓度进行评估
- 共有三种方法

生产商	日机装	J公司	F公司
名称	血液量仪 (BV计)	CRIT-LINE III TQA	4008S-BVM
类型	患者监视装置内藏	患者监视装置内藏	患者监视装置内藏 ●单机型
测定方法	近红外线	近红外线	超声波脉冲
Ht测定范围	15~50%	10~60%	20~55%
必要物品	血液导管(指定)	专用导管壶	专用血液导管

血液量仪的优势：不需要特殊的装置→最大的优势

图9 连续血细胞比容监视法

微观的时间概念，时间：血压变化

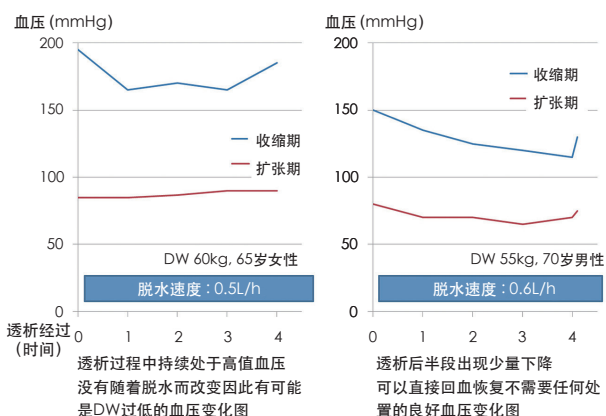


图10 微观的时间概念(血压)

微观的时间概念，视角：BV计

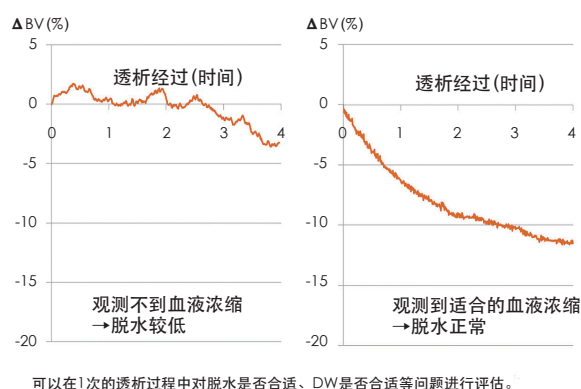


图11 微观的时间概念(BV计)

次透析中随时设定脱水量。

例如，在透析开始时血压可能刚刚好，而如果在透析过程中出现血压下降，则可以通过BV计测定血液浓缩，如果浓缩较高则停止脱水，在研究是否加入高渗溶液的

同时放心的重新调整DW（图12）。另一方面，当血压在透析后半段出现上升，或者血压从一开始就较高时，如果在BV计中看不到浓缩，则可以在增加脱水速度的同时研究降低DW（图13）。

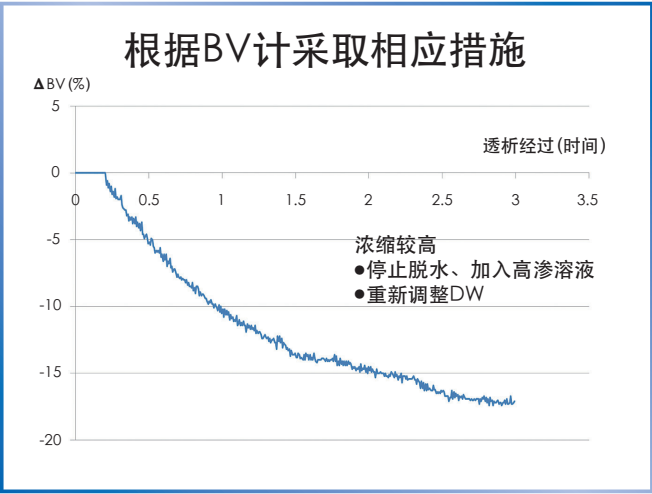


图12 根据BV计采取相应措施(浓缩较高)

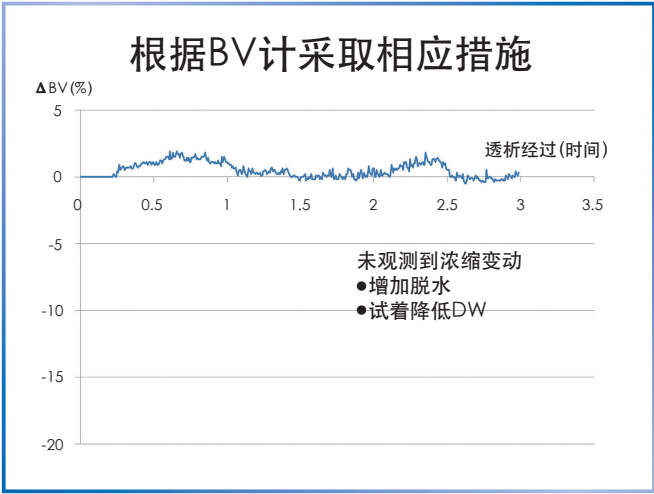


图13 根据BV计采取相应措施(浓缩较高)

针对血压异常原因的处置措施

通过使用BV计可以针对血压异常的原因采取相应的处置措施。例如血压降低时，如果BV计测定出了高度的浓缩则可以采取增加血液量的对策来应对血液量减少的问题，而没有测定到浓缩时，则有可能是因为末梢血管阻力降低，从而使用升压药等增加末梢血管阻力的措施。

另一方面，如果BV计画面中的浓缩较强，则其原因有可能是①DW的设定过低、②脱水速度过快导致PR无法跟上、③发生了再循环。通过停止脱水5分钟左右就可以对其进行区分。例如在①的情况下，ΔBV不会变化依旧保持浓缩的状态，而在②的情况通过PR，ΔBV就会恢复（图14）。在③的情况下，浓缩仅在回路内，只要脱水

ΔBV就会大幅恢复。
BV计另一个重要的用途就是测定再循环率。它的好处有①无需消耗品②短时间内可以简单的进行测定③可测定的血流量范围更大。不需要使用注射器和生理盐水，没有成本。此外，设备能够进行有关测定的所有操作，任何人都能简单的进行测定，只需要大约2分30秒左右就能够现场显示结果。同时，其能够从100 mL/分的最低血流量进行测定也是非常有用的，使用其他设备时即使明显发生了再循环也会由于血流过慢而错过测定的时间，从而得出<4%的结果，使用此设备就不会出现这种问题（图15）。

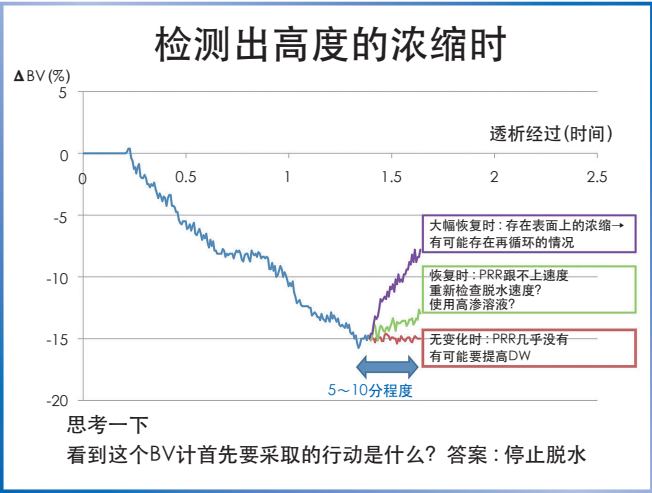


图14 检测出高度的浓缩时

通过BV计测定再循环率的优势

- 测定**无需消耗品**：没有成本
-不需要注射器和生理盐水
- 能够**简单的在短时间**内进行测定：一键操作！
-无需血液检查，现场直接显示测定结果
-大约需要2分30秒（血流为200ml/分时）
-设备会自动进行有关测定的所有操作“任何人”都能简单的进行测定
- 可测定的**血流量范围广**
-100~400ml/分
(不会出现难以确定是否<4%的情况)

图15 通过BV计测定再循环率的优势

数据的积累与利用(在临床研究中的应用)

BV数据最后会以电子数据的形式保存,因此能够进行数据的积累和利用。通过参考同一患者过去的数据可以对当前的BV数据是否正常、DW是否正常来进行判断。积累的数据也可以应用到临床研究中。我院专门构建了独创的系统来积累这些数据,并针对最受关注的BV与血压的关联进行了研究。

我院积累了约半年时间的数据并对其结果与血压的关联进行了研究,并确定使用 Δ BV值的最大变化度来作为BV值的代表值,同时也为血压设定了代表值。

最终的数据如图16的患者背景所示,对象为133人中1,065人次的治疗。通过单变量回归分析对与BV值相关的项目进行研究后发现,很多参数都与BV值存在关联。而另一方面,在通过多变量分析对年龄、性别、原疾病、

透析历史等进行修正后发现,很多的血压参数依然与BV值存在关联。这些结果表示了BV值的变化可以很好的预测血压变化的可能性(图17)。在对糖尿病、非糖尿病患者的BV值与血压参数的关联进行研究,并对年龄·性别·透析历史等进行修正后发现,在非糖尿病性肾病中虽然与血压降低的趋势及血压最低时的血压下降程度也有所关联,不过在糖尿病中则表示了血压更容易受到BV变化影响的可能性。

本研究的意义不仅在于BV计显示出了能够实际预测血压变化的可能性,还在于BV计的数据可以进行数字化并存档,从而能够与其他数据整合在一起进行研究。也就是说,BV计的数据具有产生“从积累和分析中获得新的知识,从而进一步将其运用在治疗中”这种良性循环的可能性。

患者背景

项目	值
性别	男性99人 女性35人
年龄(岁)	64.9 ± 12.8 (24-94)
透析历史(月)	40.6 ± 60.4 (0-363.9)
原疾病	糖尿病性肾病75人, 其他60人
平均每人的治疗次数	7.95 ± 8.56 (1-66)

图16 患者背景

多变量分析中与BV值关联的项目

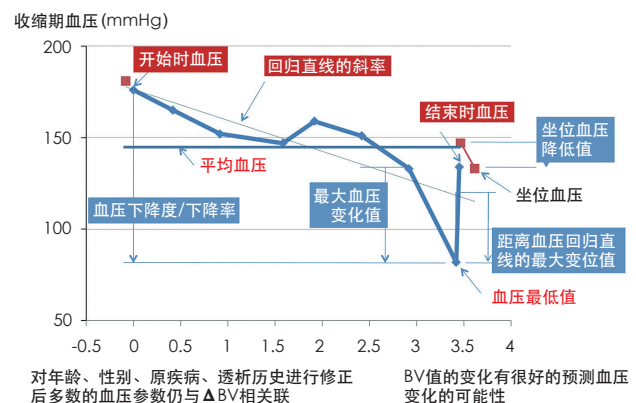


图17 多变量分析中与BV值关联的项目

BV计今后的展望

展望的关键词是透析导航系统。其用途是在维持性透析设施中的活用以及在家庭透析设备中的应用。在前者中其可以通过在HD过程中的连续监视对血压降低进行预测并采取相应措施,这样就可以通过更少的人员来保障更安全的透析治疗。而后者则是医护人员的终极状态,其可以在血压发生变化之前发出报警,由此来保证

更安全的血液透析。同时,使用BV计还可以通过一键操作,简单地对再循环率进行测定,可以及早发现通路障碍。由于血液透析患者拥有容易产生并发症的流行病学特征,因此预防就变得非常的重要。家庭透析中的BV计将会成为预防血压降低的有效工具,为人们提供更安全的家庭血液透析治疗。

总结

干体重控制是透析疗法的基础。干体重需要以尽可能多的指标作为基础来进行设定,而日机装的BV计则将会成为DW指标中非常重要的工具。在减轻患者与医护人

员负担的同时,对保证安全的透析治疗也具有非常重要的意义,是一种不可缺少的工具。