



白皮书

实现下一代治疗： 重塑生物可吸收 支架

金属支架一直以来都是治疗动脉粥样硬化疾病的首选植入器械。尽管随着技术改进和植入技术的提高，接受金属支架治疗的患者的无事件生存期有所改善，但长期风险仍然存在。因此，提供更优治疗选项仍然是当务之急。为了满足这一需要，Zeus 专门为生物可吸收支架 (BRS) 开发了一款优化聚合物管材平台，帮助为下一代治疗和改善患者结局铺平了道路。

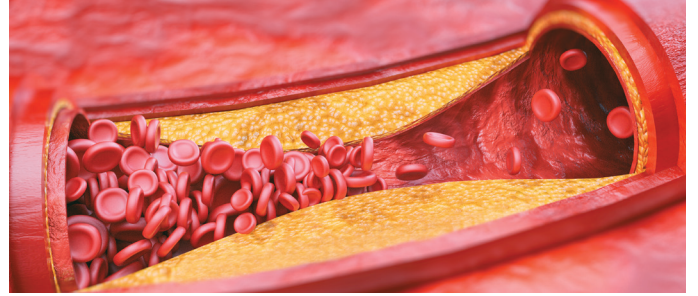
动脉粥样硬化性血管疾病 – 沉默的杀手

动脉粥样硬化性血管疾病是指斑块积聚并由此导致动脉狭窄，是全球主要的致残和死亡原因。^[1] 大约有一半 45 岁至 84 岁的美国人有动脉粥样硬化，但他们自己却不知道，^[2] 这就是为什么许多医生将其称为“沉默的杀手”。由于存在心肌梗死的风险，冠状动脉粥样硬化（即冠心病（CAD））受到了广泛关注。但实际上动脉粥样硬化是一种全身性疾病，几乎会影响人体内的所有动脉。脑动脉粥样硬化、肾动脉粥样硬化和外周动脉粥样硬化（即外周动脉疾病（PAD））分别可增加缺血性卒中、难治性高血压和肾功能衰竭，以及跛行或严重肢体缺血（CLI）的风险。

CAD 和 PAD 的主要治疗方法

CAD 的主要治疗方式是经皮冠状动脉介入治疗（PCI），已发生数次革命性变化，使得介入心脏病学在治疗 CAD 方面取得了长足的进步。该领域在过去四十年间不断进步，从 1977 年施行首例经皮腔内冠状动脉成形术（PTCA），到 1986 年首次人体植入冠状动脉裸金属支架（BMS），再到数代药物洗脱支架（DES）的开发，而且最新一代的支架已成为现行的 PCI 标准治疗方法。

对于冠状动脉之外其他动脉粥样硬化的治疗，特别是 PAD 的外周血管系统的动脉粥样硬化治疗，在很大程度上



取决于疾病的严重程度。降低心血管发病率和死亡率风险是所有病例的首要关切问题。在治疗间歇性跛行（IC）时，改善患者功能是另一个目标。PAD 最为严重的表现是严重肢体缺血，这些病例存在 20% 的死亡率和 50% 的截肢风险，^[3] 对这些病例的主要目标是防止下肢截肢、恢复活动能力并降低死亡率。与治疗 CAD 相同，血管内装置和技法的改进（例如球囊血管成形术、支架置入术和斑块旋切术）让 PAD 症状较为严重或较不严重的广泛患者群体都能接受血管内治疗。

大约有 **50%**
45 岁至 84 岁的美国人
有动脉粥样硬化，但他们
自己却不知道。

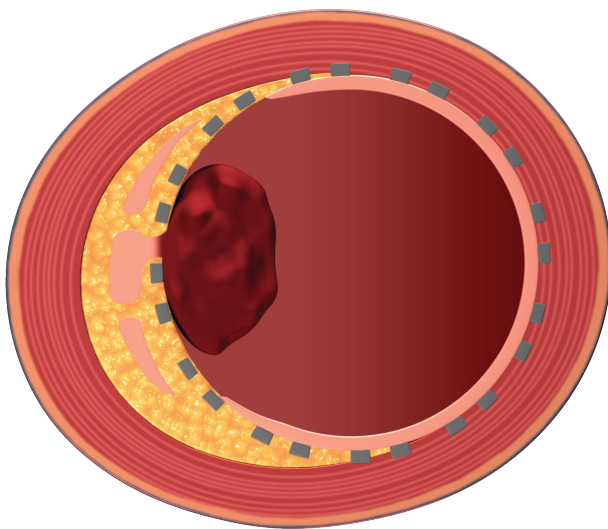
来源：<https://www.nhlbi.nih.gov/health/atherosclerosis>

金属支架治疗 CAD 和 PAD 的局限性

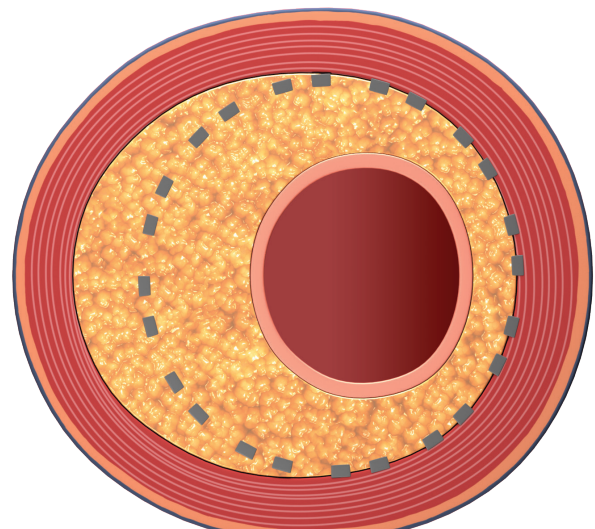
毫无疑问，介入心脏病学领域有一些最能拯救生命的医疗创新，特别是使用永久性金属支架治疗 CAD。大多数接受了这些创新疗法的患者都能够过上有科学依据的风险低、结局良好的生活。但其中仍有部分患者结局不佳，第一年之后每年的不良事件发生率大约是 2% 至 3%，持续至少 20 年。^[4] 这些不良事件是由于永久性植入物部位发生再狭窄和血栓形成引起的，无论该部位使用裸金属支架还是药物洗脱支架治疗，也无论使用的是何种载药聚合物涂层或抗增殖药物都是如此。除了其他缺点，这些永久性植入物可能会发生故障，包括支柱折断、干扰血管

顺应性和血管收缩，并且使血管失去正常的适应性重塑功能，而且还可能妨碍 CT 成像，并失去合适的旁路移植目标（如果需要）。^[4]

对于 PAD 患者，结局更不理想。PAD 比较复杂，尤其是名为“下肢 PAD”的这种最为常见的 PAD 类型。再加上 PAD 已经获批的可用治疗方法相对更少，基本上让患者的希望更加渺茫。无论是 CAD 还是 PAD，显然需要有更新、更先进的器械设计和治疗方法来治疗这些失能性病症。



血栓形成



再狭窄

对永久性植入的金属支架进行的长期研究显示，植入物部位有发生再狭窄或血栓形成的持续风险，而且这种风险会存在至少 20 年

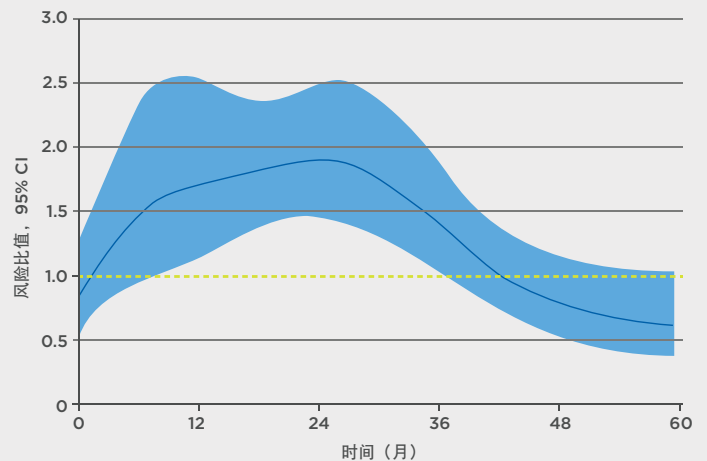
生物可吸收支架用于治疗动脉粥样硬化

第一代生物可吸收血管支架（BRS）最初开发于上个世纪90年代末，其开发的目的是克服金属DES的上述局限性。开发BRS的目的是提供与永久性金属DES类似的临时动脉机械支撑和抗增殖作用，但之后可以完全吸收，进而使血管功能正常化，从而得到健康的血管并改善后期结局。

研究最广泛的生物可吸收血管支架由聚左旋乳酸（PLLA）框架和含有抗增殖的依维莫司的消旋聚乳酸（PDLLA）涂层组成。在猪模型和临床试验中报告的完全吸收时间都是大约三年。^[4] 尽管当时这款BRS受到了广泛宣传并被寄予厚望，但大量临床试验将其与同类最佳依维莫司洗脱永久性金属支架相比较发现，在最初的三年之内，BRS引起的不良事件发生率要高于永久性金属药物洗脱支架。尽管这款器械的几项机械性缺点，加上未能充分利用后来确定的最佳植入技法，已被假定为治疗结局较差的原因，但一项五年随访荟萃分析和四项大型临床试验的个体患者数据汇总分析的结果表明，在植入后三年和五年窗口期内，BRS的不良事件绝对和相对风险率显著降低。实际上在三年至五年窗口期内，BRS和永久性金属支架的所

有不良结局之间没有显著性差异。^[4] 这一数据无疑表明，如果新一代的BRS在最初三年内能够与永久性金属DES的结果不相上下，则BRS可能可以为许多冠心病患者提供一个替代永久性金属DES的备选方案，让他们的生活得以改变。

图1：样条分析显示5年随访期内生物可吸收血管支架（BVS）对比依维莫司洗脱支架（EES）与治疗之后靶病变失败风险的关联性



蓝色实线代表风险比值，浅蓝色阴影区代表95%置信区间。

资料来源：<https://jamanetwork.com/journals/jamacardiology/fullarticle/2752439>

支架技术的代际进步

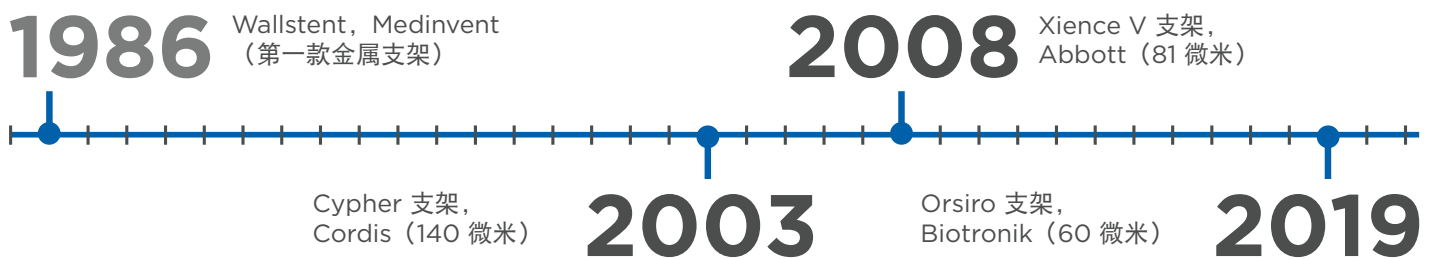
医疗器械有一个共同的主旨，那就是随着时间的推移取得代际进步，从而进一步改善患者的生活。要实现这些改进就必须借助各个领域的进步，例如在材料科学、计算建模和生物材料相互作用方面取得的进步。支架以及更近期的金属药物洗脱支架（DES）的开发也不例外。在过去二十年，支架框架的合金技术，以及与抗增殖药物输送相关的支架设计、药物的新发现和聚合物科学方面取得的进步让 DES 得以优化。

由于血管支架主要用于机械目的，即承受新拉紧的动脉壁的弹性载荷，因此支架设计中最关键的是框架。理想框架应该是框架材料的机械特性和框架设计之间协同平衡的结果。支架以其最终植入构型支撑动脉壁，除此之外，支架还需要压接在输送球囊上，然后在展开就位后提供支撑，这两者都会在框架上造成极端的局部变形和机械应力。因此对支架的性能有极高的要求，这就是为什

么支架被视为高性能器械。

“少即是多”方法是医疗器械的另一个共同主旨，并且该方法已被证明对于支架等介入器械的代际进步至关重要。这在 DES 支架支柱厚度的演变过程中很明显。该厚度的范围从支柱厚度为 140 微米的同类别首个 Cypher 支架（Cordis Corporation，约 2003 年获得 FDA 批准），到支柱厚度为 81 微米的 Xience V 支架（Abbott Vascular，约 2008 年获得 FDA 批准），再到更近期的 Orsiro 支架（Biotronik，大约 2019 年获得 FDA 批准），支柱厚度为 60 微米。除了支架支柱厚度外，支架与动脉面积比也逐代降低。^[5]

“少即是多”方法强调了材料特性代际进步的重要性。一般来说，“细支柱”支架要达到与“厚支柱”支架相当的机械性能，制备“细支柱”支架的材料需要在相当程度上改善机械特性（例如径向强度和硬度）以弥补差异。





与裸金属支架、DES和其他医疗器械的演变过程相一致，BRS 也处于代际发展的道路上，而且从临床应用的角度来看，它还处于很早期的阶段。第一代生物可吸收支架得到了最为广泛的研究，并且存在数个明显的局限性。

首先，第一代 BRS 的支柱厚度有 150 微米。在最初开发时，这一厚度相比于已经逐渐降低支柱厚度的DES，基本上是倒退了 10 年。人们普遍认为，对于支柱相对较厚的植入支架，在支柱的远端侧存在大面积的回流，导致出现内皮剪切应力较低的区域。这些低应力区域有利于血小板聚集，从而促进血栓形成。更薄的支柱被认为可以最大限度地减少这种回流，并有助于维持生理性的内皮剪切应力。令情况更为复杂的是，在较小的血管中，相对较厚的支柱与过高的不良事件发生率有关联。^[6]

其次，与 DES 相比，第一代 BRS 的过度扩张范围（即超出支架标称直径的规定扩张范围）有限，因此降低了支架在动脉壁内膜表面实现最佳贴壁的可能性，而对于某些病例，支架的尺寸可能过小。在某些情况下，这种贴壁不良已被证明会导致腔内支架分解，从而导致支架血栓形成。

第三，由于第一代支架是同类产品中的首创，并且受到这些特征的限制，因此植入技法尚未得到优化，特别是在临床试验和临床实践中使用支架的早期阶段。

通过从失败中学习并借鉴过去的成功经验，为下一代 BRS 开发优化的管材平台的途径已经变得清晰。

下一代 BRS 新的优化平台

Absorv™ XSE 定向管材凭借无与伦比的尺寸、均匀的壁厚和定制的吸收曲线，推动了 BRS 应用的发展，并为设计人员提供更高效、更可预测的选项，用以在更广泛的手术中替代金属支架。

提供多种聚合物选择

18-36 个月的定制吸收速率

多种尺寸

行业领先的直径和切割长度

强化的特性

跨多个轴的平衡特性

针对激光切割进行了优化

更多良品支架



鉴于第一代 BRS 存在上述局限性，即厚支柱、过度扩张有限以及植入技法要求特殊考虑事项，Zeus 开发了专为下一代 BRS 设计的 Absorv™ XSE 管材平台。

为 BRS 应用设计管材平台需要深入了解聚合物化学、聚合物加工和结构-性能关系，同时其生产需要掌握各种制造步骤，包括聚合物处理、聚合物挤出和聚合物加工。

在 Zeus，我们明白，虽然下一代 BRS 的许多属性已经被确定，但每家终端器械制造商通常都会有独特的方法来实现这些成果。因此，我们开发了一个多层面的管材平台，提供各种产品，以实现 BRS 在治疗 CAD 和其他治疗领域中的创新。

提供多种聚合物选择

Absorv™ XSE 平台利用并借鉴使用最为广泛的生物可吸收聚合物聚左旋乳酸 (PLLA)，也就是第一代 BRS 使用的同一聚合物。该聚合物能够被完全吸收，生物相容性已

得到证明，而且已经用于许多获得 FDA 批准的器械中。这些因素使其成为 BRS 应用的理想聚合物之选。对于冠状动脉 BRS，PLLA 的化学性质使支架既可以维持机械特性，能够在整个动脉愈合期间支撑动脉管腔，也具有良好的最终完全吸收时间。这两者之间理想的平衡，让患者恢复天然、没有堵塞的血管。对于诸如外周动脉的其他 BRS 应用（例如股浅动脉、髂动脉、肾动脉和胫动脉），以及需要高性能管材的其他非血管应用（例如鼻窦、气管、食管和胃肠道支架），我们还提供了聚（乳酸乙醇酸共聚物）(PLGA) 和聚（乳酸-ε-己内酯共聚物）(PLC) 共聚物系列中的聚合物选择。

对于 PLGA 共聚物系列，如果将基于乙醇酸的重复单元以 5% 至 25%（摩尔）的不同比例纳入 PLLA 聚合物主链内，可以加速吸收曲线，以匹配所治疗结构的愈合和恢复曲线。还可以通过使用 PLGA 缩短完全吸收时间，克服第一代冠状动脉 BRS 存在的缺点。

生物可吸收聚合物的性能比较

机械性能	ASTM	PLGA (85L/15G)	PLC (95L/5C)	PLLA
总质量损失 (月)		18 - 24	18 - 30	18 - 36
弹性模量 (GPa)	ASTM D638 / ISO 527	2.0 - 4.0	2.0 - 4.0	3.0 - 4.0
极限拉伸强度 (MPa)	ASTM D638 / ISO 527	60	60	65

热学性能	ASTM	PLGA (85L/15G)	PLC (95L/5C)	PLLA
熔化温度 (°C)	ASTM D3418	140 - 150	160 - 180	180 - 190
玻璃化转变温度 (°C)	ASTM D3418	55	55	60

这些表格仅用作一般指南。对于某些聚合物来说，不同的分子定向和结晶度可能会导致这些数值出现较大偏差。用户应对材料进行评估，以判定是否适合自己的特定应用。

对于 PLC 共聚物系列，如果将基于 ϵ -己内酯的重复单元以 5% 至 15% 的不同比例纳入 PLLA 聚合物主链内，可以增加管件以及使用该管件所生产的器械的韧性和柔韧性。基于 ϵ -己内酯的重复单元的随机分布也有助于降低共聚物的结晶度，这样也可以改变机械特性，匹配愈合曲线并缩短器械的完全吸收时间。

多种尺寸

随着越来越多的应用需要高性能生物可吸接管材，我们也必须随之“成长”。为了满足这些对 BRS 应用和旨在治疗大型解剖结构的应用不断增长的需求，Zeus 投入巨资以提供现有最大尺寸范围的高性能生物可吸接管材。我们提供的直径范围从 2.5 mm 到现在最大的 7.5 mm（有可能提供更大尺寸），切割长度现在最长 210 mm，这让 BRS 和用于冠状动脉以外解剖结构的其他器械现在

变得触手可及。此外，现在大部分的直径范围均可提供 50-400 微米的标称壁厚。

强化的特性

迄今为止，大部分的高性能生物可吸收聚合物管材的应用都涉及替换相关器械内的金属。考虑到血管支架的高性能要求，“少即是多”方法所要求的优质机械特性，以及现在材料从金属改为聚合物，BRS 的情况尤为如此。一般来说，金属要远比聚合物更坚硬、坚固。不仅如此，坚硬和坚固的聚合物类型一般来说非常脆，会在低变形水平下表现出脆性破坏（例如断裂）。这种特性毫无疑问会导致 BRS 的早期失败。为了克服聚合物的这一局限性，必须开发出特殊的加工技术以强化聚合物的特性，使其基本上达到金属对应物的同等水平。

Absorv™ XSE 的工艺是在由径向和轴向定义的多个轴上以极其均匀的方式使得分子定向。这种分子定向提高了管材的强度和韧性，使性能欠佳的聚合物管材成为高性能聚合物管材以适用于高性能应用，如 BRS。

这种工艺能够控制这一分子定向，并按照最终器械的构型在多个轴上平衡分子定向，让 Absorv™ XSE 平台具有多功能性，可以满足 BRS 和许多其他应用的需求。通过这种工艺使得尺寸和性能都高度统一，使得所有后续生产过程和器械制造步骤具有极高的一致性和效率，包括激光切割、压接、扩张/展开，甚至自由后扩张（取决于具体设计）。反过来，这又支持了实现最佳临床结局所需要的各种器械特征的一致性。

针对激光切割进行了优化

针对BRS生产过程的下一步，也就是激光切割，Absorv™ XSE 制造工艺经过专门设计，可以在外径（OD）、内径（ID）、壁厚和直线度等特征上达到非常严格的尺寸公差，而所有这些已被证明可以极大提高激光切割的效率和质量。

为了测试这一新的解决方案，我们生产了Absorv™定向管材样品。一组样品是采用原有工艺生产的，而第二组样品则是采用新改良过的Absorv™XSE工艺生产。然后由精密激光切割领域的全球领先者 MeKo Manufacturing e.K., 按照一款通用支架设计，用激光切割样品，以评估从样品组产生的良品支架数量。而且考虑到对合格 BRS 的严格要求，还在比较性评估中包括了支架支柱厚度均匀性、支架质量均匀性和激光切割后支架径向强度一致性。

如下面的表 1 所示，由于采用 Zeus 新的 Absorv™ XSE 定向管材工艺生产的管材更长而且壁均匀性得到了改善，因此与上一代工艺相比，从样品中切割得到的良品支架多了 25% 左右。

“考虑到生物医学支架常用金属管材的常见尺寸公差，Zeus 生产的Absorv™ XSE 管材绝对具有可比性。根据 MeKo 的检测，这一出色的高精度管材的壁厚公差为 +/- 0.006 mm (0.00024 英寸)。与相对应的金属支架相比，用 Absorv™ XSE 管材切割的支架减少了后处理步骤，例如电解抛光。因此，制成的成品组件保留了 Absorv™ XSE 管材的壁厚公差。而对于金属支架，需要付出很多努力才能达到这样高精度的壁厚。”

- MeKo MedTech 项目经理 Fridtjof Strass



表 1. Absorv XSE 对激光切割效率的改善

	支架材料	支架外径	支架长度	支柱厚度 (标准差)	激光切割的 支架数量	不良品支架 数量	良品支架数量
Absorv™ (上一代工艺)	PLLA	3.0 mm	25.0 mm	106.8 μm (8.23 μm)	53	14	39
Absorv™ XSE (新工艺)	PLLA	3.0 mm	25.0 mm	110.6 μm (2.62 μm)	53	4	49

数据由 MeKo 提供。依据具体的检查标准对支架进行处置。结果可能会根据检查要求而有所不同。

下图 2 提供了支架支柱厚度、支架质量和激光切割后的支架径向强度对比结果。用 Absorv XSE 定向管材生产的支架在所有研究特性的均匀性和一致性上均有大幅改善。这种高度的均匀性对于 BRS 等高性能器械至关重要，并为 Absorv XSE 的发展奠定了基础，为标准和新型 BRS 应用的前景和实现注入新的活力。

图 2a

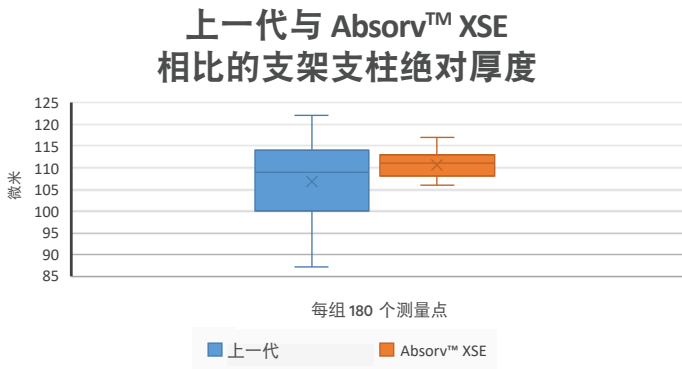


图 2b

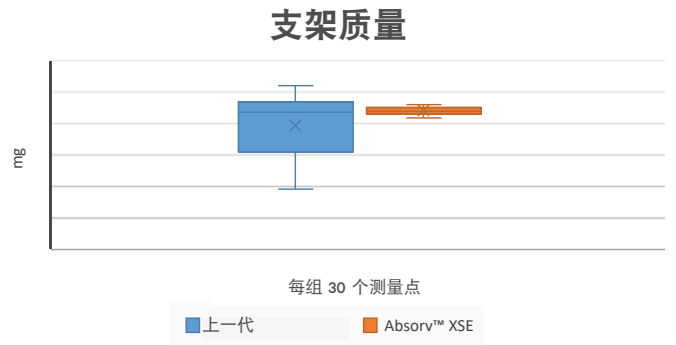


图 2c

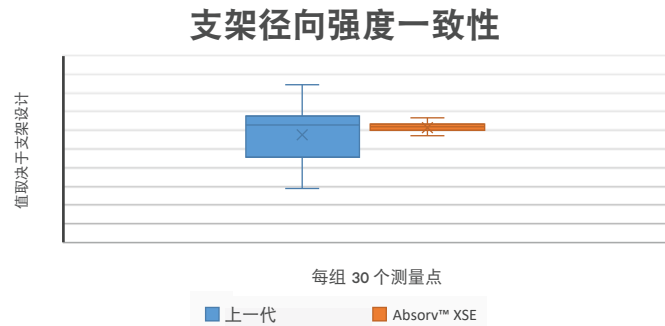


图 2a、2b 和 2c：将采用上一代 Absorv™ 定向管材生产的 30 个支架与使用新的 Absorv™ XSE 定向管材生产的 30 个支架相比较。在三个不同的轴向位置（左端、中间和右端）测量了每一个支架的支柱厚度 (a)，然后记录了四个等距圆周支柱厚度测量值中的最小值和最大值。另外还测量了每一个支架的质量 (b) 以及比较性的激光切割后径向强度 (c)。数据由 MeKo 提供。



实现下一代治疗，冠状动脉 BRS（及更多）



“根据 MeKo 多年来处理各种聚合物管材的经验，Zeus 生产的 Absorv™ XSE 管材即使不是我们处理过的最好聚合物挤出管材，也是最好之一。得到改善的壁厚均匀性加上高水平的同心度和直线度，提高了材料的利用率和生产效率。这样就可以更精细地调整工艺，为客户和患者带来更好的结果。”

- MeKo MedTech 项目经理 Fridtjof Strass

MeKo
MEDTECH

微创疗法和支架植入技术的不断改进改善了无数动脉粥样硬化患者的生活。尽管多年以来金属药物洗脱支架治疗的患者无事件生存率有所提高，但其仍然存在缺点。永久性植入器械需要终生留在体内和植入物部位再狭窄或血栓形成的长期风险仍然是严峻挑战。

第一代生物可吸收支架试图克服这些挑战。尽管第一代生物可吸收支架带来了希望，但它仍在支柱厚度、有限的过度扩张以及植入技术的特殊事项等方面仍存在根本上的限制。

现在，Absorv™ XSE 的推出让全球 BRS 设计者耳目一新。更多种聚合物可选择、更大的尺寸范围、无与伦比的尺寸和属性均匀性以及低于 100 微米的壁厚，具有高径向强度和优良的过扩张性能(取决于具体设计)的小尺寸 BRS 不再是遥不可及。Absorv™ XSE 真正为下一代冠状动脉 BRS 和其他产品开辟了道路。曾经看似难以想象的新治疗和技法现在变得触手可及，而这仅仅是开始。

参考文献

- [1] Faxon DP, Creager MA, Smith SC Jr., et al. Atherosclerotic Vascular Disease Conference. Executive Summary: Atherosclerotic Vascular Disease Conference Proceeding for Healthcare Professionals From a Special Writing Group of the American Heart Association. *AHA Journals*. June 2004. <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/01.cir.0000128517.52533.db>
- [2] What is Atherosclerosis? National Heart, Lung, and Blood Institute. Updated March 24, 2022. <https://www.nhlbi.nih.gov/health/atherosclerosis>
- [3] Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation*. 2006;113(11):e463-e654. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.174526
- [4] Stone GW, Kimura T, Gao R, et al. Time-Varying Outcomes With the Absorb Bioresorbable Vascular Scaffold During 5-Year Follow-up: A Systematic Meta-analysis and Individual Patient Data Pooled Study. *JAMA Cardiol*. 2019;4(12):1261-1269. doi:10.1001/jamacardio.2019.4101
- [5] Piccolo R, Pilgrim T. The Impact of Thin-Strut, Biodegradable Polymer Stent Designs: How these stent design characteristics may affect PCI outcomes going forward. *Cardiac Interventions Today*. January/February 2017. <https://citoday.com/articles/2017-jan-feb/the-impact-of-thin-strut-biodegradable-polymer-stent-designs>
- [6] Stone GW, Abizaid A, Onuma Y, et al. Effect of Technique on Outcomes Following Bioresorbable Vascular Scaffold Implantation: Analysis From the ABSORB Trials. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(23):2863-2874. doi:10.1016/j.jacc.2017.09.1106

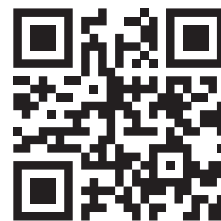
作者和贡献者 介绍

Zeus 高级研究工程师 James M. Lindsey III。

James 拥有克莱姆森大学的生物科学和机械工程理学学士学位以及生物工程理学硕士学位。Lindsey 先生在发明 Absorv™ XSE 以及许多其他生物可吸收产品的工作中发挥了领导作用。Lindsey 先生不仅是生物可吸收医疗器械行业最重要的研究人员之一，他还在过去 15 年间领导 Zeus 的生物可吸收技术团队致力于推动跨多学科的医疗技术的创新与进步，最终目的是改善尽可能多患者的生活。



MeKo 是通过 ISO 认证的全球合约制造商，专精于高精度激光材料加工。该公司在金属和生物可吸收材料制成的支架和心脏瓣膜瓣架等医疗产品的激光切割、钻孔、焊接和后处理服务方面拥有 30 多年的经验。



zeusinc.com | info@zeusinc.com

欧洲：+353 74 9109700 | 美洲：+1 803 268 9500 | 亚太地区：+86 20 38254906

关于 Zeus。



2400+
名员工



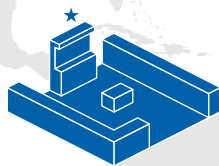
ZOS
卓越运营



100+
个国家/地区



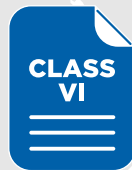
160+
名科学家、工程师
和研发人员



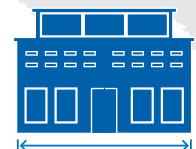
35+
间专用洁净室



认证
ISO 9001 | AS 9100
ISO 13485



100+
种 VI 类认证的树脂与色料



13
世界级工厂及设施

我们的使命

提供解决方案 · 实现创新 · 改善生活

Zeus 的总部位于南卡罗来纳州奥兰治堡，是全球领先的聚合物挤出件和导管设计制造商。Zeus 在医疗、航空航天、能源、汽车、光纤以及其他领先行业拥有超过 55 年的经验，致力于达成其提供解决方案、实现

创新和改善生活的使命。公司在全球拥有 2400 多名员工，其设施分布于南卡罗来纳州的艾肯、哥伦比亚、加斯顿、奥兰治堡、圣马修斯；新泽西州布兰奇堡；田纳西州查塔努加；加利福尼亚州圣何塞；明尼苏达州阿登山；中国广州；以及爱尔兰莱特肯尼。如需了解更多信息，请访问 www.zeusinc.com。



美洲: +1 803.268.9500 | 欧洲: +353 (0)74 9109700 | 亚太: +(86)20-38254906

support@zeusinc.com | www.zeusinc.com