

心肌肌钙蛋白 I

1994  2014
Together. Today and Tomorrow.



简介

肌钙蛋白 I 是肌钙蛋白复合物 (Tn) 的一个亚基, 肌钙蛋白复合物是与细肌丝相结合的异源蛋白。肌钙蛋白复合物在骨骼肌和心肌收缩过程中起重要的调节作用。该复合物包括三个亚基: 肌钙蛋白 T (TnT)、肌钙蛋白 I (TnI) 和肌钙蛋白 C (TnC)。这些亚基通过非共价键结合在一起。TnT 是原肌球蛋白结合亚基, 可调节肌钙蛋白复合物和细肌丝之间的相互作用。TnI 亚基负责在细胞内 Ca^{2+} 浓度较低时抑制肌动球蛋白形成。第三个亚基 TnC 可在肌肉兴奋过程中结合 Ca^{2+} 离子并更改肌钙蛋白复合物的构象, 从而促进肌动球蛋白复合物的形成以及随后的肌肉收缩 (1)。

在人体内, TnI 和 TnT 各有三种亚型。人骨骼肌组织中存在两种亚型的 TnI 和两种亚型的 TnT (skTnI 和 skTnT)。一种在慢骨骼肌组织中表达, 另一种在快骨骼肌组织中表达。TnI 和 TnT 的第三种亚型 (cTnI 和 cTnT) 为心肌型。cTnI 仅存在于心脏组织中 (2), 而 cTnT 的特异性不强, 可能在某些形式的病变骨骼肌组织 (3) 中也有短暂表达。

20 世纪 80 年代后期, 提出将 cTnI (4) 以及后来的 cTnT (5) 作为心肌细胞死亡标志物。目前, 这两种蛋白均广泛用于急性心肌梗塞 (AMI)、术后心肌损伤、化疗心脏毒性以及其他心肌损伤相关疾病的诊断。由于肌钙蛋白 I 和 T 仅在心脏组织中表达, 因此长期以来一直作为心肌梗塞的首选标志物 (6-7)。

| | |
|---------------------------------------|----|
| 简介 | 2 |
| 高灵敏度 cTnI 检测抗体 | 3 |
| 影响 cTnI 检测的因素 | 4 |
| cTnI 检测系统开发及抗体推荐配对 | 7 |
| 人血液中 cTnI 形式的异质性及检测系统标准化 | 9 |
| cTnI 或 cTnI 片段抗体的 Western blotting 检测 | 10 |
| 不同动物的 cTnI 检测抗体 | 11 |
| 心肌肌钙蛋白 I 和肌钙蛋白复合物 | 12 |
| 心肌肌钙蛋白 T (cTnT) | 14 |
| 肌钙蛋白 C (TnC) | 16 |
| 参考文献 | 17 |
| HyTest 科学家发表的关于肌钙蛋白的文章精选 | 18 |

高灵敏度 cTnI 检测抗体

HyTest 的科学家对 cTnI 抗体的研究超过 20 余年，在此期间我们获得了数千种 cTnI 特异性抗体并对其进行了分析。然后选取最佳抗体投入生产销售。我们可提供能够特异性识别 cTnI 分子各个不同表位的抗体（图 1）。

HyTest 的抗体被广泛应用于各种平台的商品化 cTnI 检测系统，如各种 ELISA 平台、比浊平台、侧向层析平台和磁

微粒平台。此外，上述抗体还被用于 Western blotting、免疫组化及其他科研领域。

请注意，部分 mAb 具有体内和体外两种生产形式可供选择。我们建议开发免疫检测系统时选择体外生产形式。

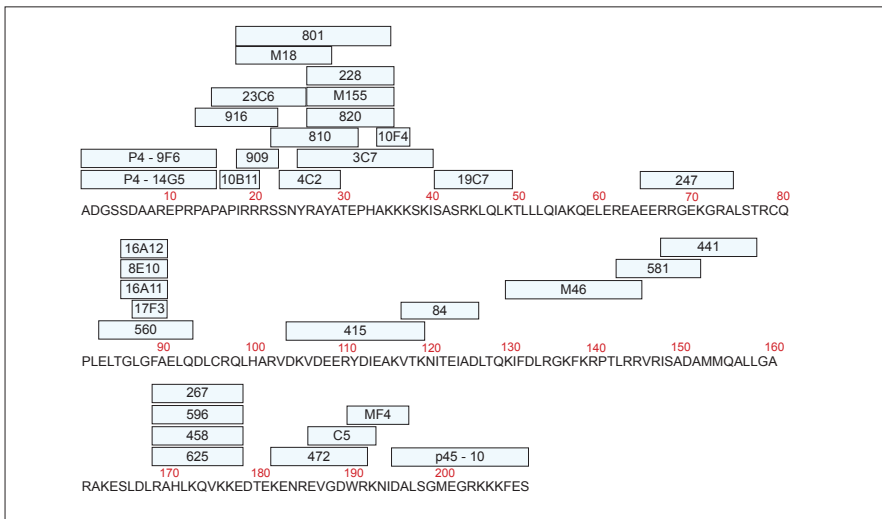


图 1. HyTest 抗 cTnI 单克隆抗体的抗原决定簇定位分析。我们拥有 30 余种经过特别挑选的可特异性识别 cTnI 分子各个不同表位的抗体。所有单抗的特异性识别位点都已经通过 SPOT 技术或者其他使用不同多肽库的方法精确确定。

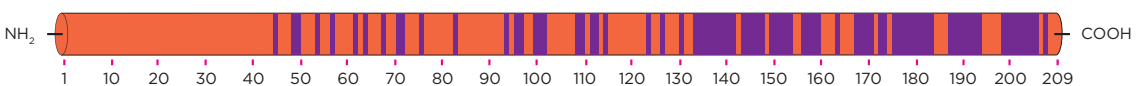


图 2. 心肌肌钙蛋白 I (cTnI) 与两种骨骼肌形式的肌钙蛋白 (skTnI) 序列之间的相似性。cTnI 特有部分以橙色标记。

影响 cTnI 检测的因素

cTnI 是一种极具挑战性的分析物，具有非常复杂的“生化特性”。我们花费数年时间对 cTnI 进行研究，以便揭示其生化特性和转译后的加工过程。我们对如何精确测定血液中的 cTnI 有了深刻的认识。更具体地说，就是我们得到了开发高灵敏度定量免疫检测系统所需要的抗体。

尽管 cTnI 被认为是诊断心肌细胞损伤的金标准，并且已有各种被设计为用于定量检测人血中 cTnI 的诊断体系，不过各检测系统之间并未达成一致。因此，同一份血液样本使用不同的商品化 cTnI 检测系统进行检测通常会得到不同的值。

导致测定结果之间出现差异的最常见原因是各个检测系统所使用的抗体的表位不同。而潜在原因是，由于抗体表位不同，有很多因素会对检测结果产生影响。这些因素包括蛋白质降解、cTnI 与其他蛋白形成复合物、样品管中存在肝素以及患者血液中可能存在的 cTnI 特异性自身抗体。而检测系统中所采用的不同单克隆和多克隆抗体对上述因素的敏感程度不同。

心肌特异性

人体内有三种不同的 TnI 亚型。cTnI 亚型具有心肌特异性，另外两种不同的 skTnI 亚型在骨骼肌中表达。这三种蛋白质高度同源：cTnI 与慢型 skTnI 之间的序列一致性约为 52%，而与快型 skTnI 之间的序列一致性约为 47%。图 2 所示为 cTnI 与 skTnI 蛋白之间的序列相似性。除了 cTnI N-末端的延长部分外，只有一些极短的片段是 cTnI 所特有的。因此，开发不与骨骼肌亚型发生交叉反应的 cTnI 抗体是一项极具挑战性的任务。设计免疫检测系统时应将交叉反应考虑在内。

高灵敏度检测系统的概念对抗体的心肌特异性提出了特殊要求。在高敏 cTnI 检测系统中，即便与骨骼肌 TnI 亚型有很低的交叉反应（0.1% 或更低），也的确可能导致因患者血液中的 skTnI 被检测到而引起的假阳和误诊结果。

高灵敏度 cTnI 检测系统的概念

20 世纪 90 年代后期，传统的 cTnI 和 cTnT 检测系统已能够检测出患者血中 ng/ml 水平的肌钙蛋白。但临床实践表明，只有在胸痛发生的 3-6 小时后才能够对肌钙蛋白水平进行可靠检测 (8)。这使得肌钙蛋白成为 AMI 检测的晚期标志物。相比之下，现代高灵敏度检测试剂的检测限可突破 ng/ml 而达到 pg/ml 级，这样在最初的 1-3 小时内即可发现潜在的 AMI 患者 (9-11)。这种高灵敏度的肌钙蛋白检测系统使得肌钙蛋白成为了 AMI 的早期标志物。

新一代商品化高敏检测系统的敏感度比 1987 年 Cummings 首次描述的实验方法的灵敏度 (4) 大约高出 1000 倍 (10 pg/ml 对 10 ng/ml)。灵敏度的大幅提升有助于发现可能导致心肌组织坏死或凋亡的轻度心脏事件。

将 cTnI 作为分析物进行定量检测极具挑战性

检测患者血液中的心肌钙蛋白 I 时，有多种因素会改变抗体结合表位的可反应性，从而对该心肌标志物的定量检测结果产生影响。这些影响因素包括磷酸化作用、蛋白质降解或自身抗体导致的表位遮挡。这些因素对于抗体与 cTnI 之间相互作用的影响是多方面的。例如，现已证实 cTnI 对蛋白质降解高度敏感。相比之下，在肌钙蛋白复合物中，cTnI 中心部分与 TnC 间相互作用力强，这种相互作用可使 cTnI 免遭蛋白酶降解。因此，位于 cTnI 中心部分的表位要比位于端部的表位稳定得多。尽管 TnC 会通过相互作用使 cTnI 中心部分更加稳定，但 TnC 也会与抗体竞争性结合 cTnI。因此，仅特异性结合于 cTnI 分子中心部分某些表位的抗体能够识别患者血液中的 cTnI，原因是大多数 cTnI 在血液中与 TnC 以复合物形式存在。

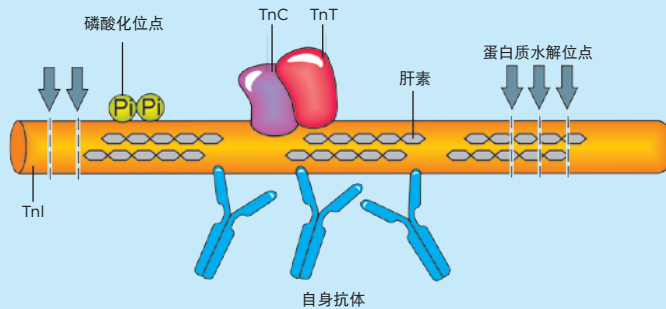


图 3. 影响人血液中 cTnI 精确检测的因素示意图。

cTnI 与 TnC 和 cTnT 形成的复合物

在心肌细胞中，cTnI 与 cTnT 和 TnC 形成三元肌钙蛋白复合物。许多科学机构都已证实，在 AMI 患者血液中，cTnI 仍与 TnC 以复合物形式存在。

与 TnC 的结合改变了 cTnI 的构象，导致部分 cTnI 表面被 TnC 所覆盖。因此，游离形式的 cTnI 和复合物形式的 cTnI 有着不同的免疫学特性。由于 TnC 结合可能挡住某些区域，因此针对这些区域上的表位生成的抗体可能无法识别临床样本中以蛋白质复合物形式存在的 cTnI。由于血液中多数（尽管不是全部）cTnI 分子都与 TnC 形成复合物，因此在检测系统中使用的 cTnI 特异性抗体能够识别 cTnI-TnT 二元复合物中的 cTnI 是至关重要的。

蛋白质降解

cTnI 是一种极其不稳定的分子，很容易发生蛋白质降解。cTnI 最稳定的部分位于氨基酸残基 30 至 110 之间 (12)。普遍认为在坏死组织和血液中，cTnI 分子的这一部分因受到 TnC 保护而免遭内源蛋白酶降解。

有关患者血液中 cTnI 降解程度的信息之间多少存在一些出入。但几乎可以肯定，cTnI 分子上未受 TnC 保护的 N-端和 C-端区域至少被部分降解，尤其是在患者出现症状 20 小时或 20 小时以后所采集的样本中。

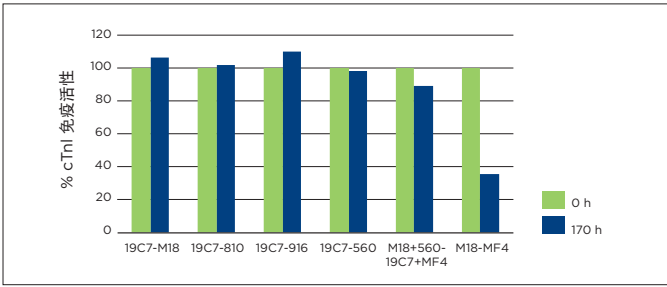


图 4. 蛋白质降解的影响。

将天然肌钙蛋白复合物（货号 8T62）与人心脏组织内源性蛋白酶一起温育 170 个小时，然后用可特异性识别 cTnI 分子稳定区域的最佳双位点组合的抗体对其进行检测，并比较温育前（绿色柱）和温育后（蓝色柱）的结果。对照组选用对 cTnI 蛋白降解高度敏感的 M18-MF4 抗体对。

磷酸化作用

cTnI 的第 22 位和第 23 位的两个丝氨酸可在体内被蛋白激酶 A 磷酸化。这意味着，四种形式的蛋白（一种未磷酸化蛋白，两种单磷酸化蛋白和一种双磷酸化蛋白）可并存于患者的细胞中并在发生 MI 之后出现在血样中 (13)。

cTnI 的磷酸化作用会改变蛋白的构型并改变它与其他肌钙蛋白的相互作用。

磷酸化作用还会改变肌钙蛋白与某些抗 cTnI 抗体的相互作用，如 22B11。mAb 22B11 只能识别未磷酸化形式的 cTnI，并且不会与该抗原的单磷酸化或双磷酸化形式发生反应。22B11 可用于夹心免疫测定法中未磷酸化 cTnI 的定量检测（图 5）。还可以用于 Western blotting 中未磷酸化 cTnI 的定量或半定量免疫检测。

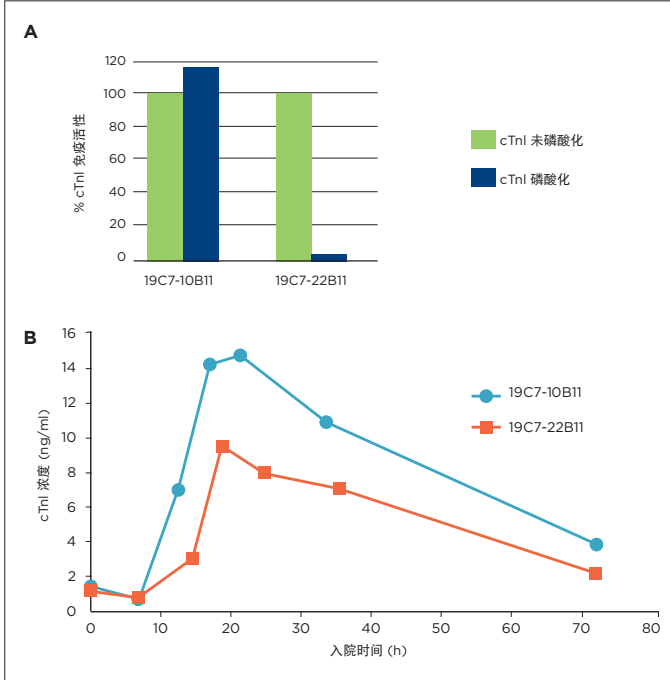


图 5. 对 cTnI 的磷酸化作用敏感的免疫检测表明，AMI 患者血液中有相当大的一部分 cTnI 被磷酸化。(A) 19C7-10B11 配对可检测磷酸化以及未磷酸化形式的 cTnI。相比之下，19C7-22B11 配对只能识别未磷酸化形式的 cTnI。天然纯化的 cTnI（货号 8T53）和去磷酸化形式的 cTnI（货号 8T53DP）用作抗原。(B) 将上述两种免疫检测系统用于测定 AMI 患者入院后不同时间点血中的 cTnI 浓度。结果表明，AMI 患者血液中有相当大的一部分 cTnI 为磷酸化形式。

肝素的作用

肝素在临床实践中作为抗凝剂被广泛使用。几乎所有疑似急性心肌梗塞患者在入院后的第一时间都会被注射肝素。血样通常也会采集到肝素管中。

肝素是一种带负电荷的分子，很容易与带有大量正电荷的 cTnI（等电点约为 9.9）发生相互作用。我们已经证实，部分抗 cTnI 单抗对含有肝素的样本较为敏感，会对含有肝素的样本给出较低的信号（图 6）（14）。

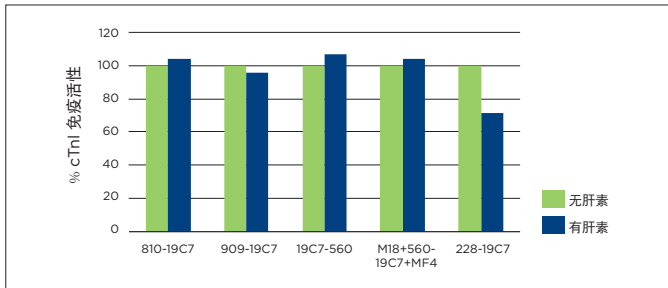


图 6. 对肝素的敏感性。

采用不同的单抗组合分别在有肝素 (5 IU/ml) 和无肝素的条件下进行测试。天然 cTnI (货号 8T53, 50 ng/ml) 用作抗原。在有肝素的情况下，mAb 228 的免疫反应性会显著下降，这说明 mAb 228 对肝素敏感。

自身抗体

针对 cTnI 的自身抗体不但存在于有心脏问题的患者血液中，在看似健康的个体的血液中也同样存在 (15-17)。

现已证实，自身抗体可对某些检测系统中 cTnI 的识别产生负面影响，尤其是当自身抗体浓度较高时，可导致患者血液中 cTnI 的测量值严重偏低。

cTnI 检测系统开发及抗体推荐配对

对于 cTnI 免疫检测系统的开发，我们推荐多种不同的抗体组合（表 1）。所有推荐的捕获-检测抗体对都是采用内部夹心荧光免疫平台对数以百计的不同抗体组合进行全面测试后选出的。所推荐的组合都表现出了良好的动力学特性、低背景、高灵敏度和高重复性。此外，所有推荐的抗体组合都经过了 AMI 患者血样测试，证实能够成功识别出血中的 cTnI。我们的研究结果也得到了试剂生产商的认可，他们正在其商品化高灵敏度 cTnI 检测系

统中使用 HyTest 的抗体。值得注意的是，开发 cTnI 检测系统时只推荐一个“最佳配对”是不现实的。原因是当测定平台不同时，抗体的性能也有所不同。比如，在 ELISA 中性能优异的 mAb 可能在磁微粒平台中同样表现出色，但是在侧向层析平台中却仍然不够理想。反之亦然。最佳的理想检测系统始终是考虑所有测定成分和变量的整体，其中包括：抗体、检测平台、缓冲液、标记物、温育时间等。

表 1. 针对定量 cTnI 夹心免疫测定法的抗体对推荐。

| 检测类型 | 捕获抗体 | 检测抗体 |
|------|--------------------------|--------------------------|
| 1+1 | 19C7 或 19C7cc* | 16A11 或 16A11cc* |
| | 19C7 或 19C7cc* | 560 |
| | 625 | 19C7 或 19C7cc* |
| | 560 | 458 |
| | 4C2 | 19C7 或 19C7cc* |
| 2+1 | 19C7+MF4 或 19C7cc+MF4cc* | 7B9 (特异于 TnC) 或 7B9cc* |
| 2+2 | 916+560 | 19C7+MF4 或 19C7cc+MF4cc* |
| | 801+560 | 19C7+MF4 或 19C7cc+MF4cc* |
| | 909+560 | 19C7+MF4 或 19C7cc+MF4cc* |
| | M18+560 | 19C7+MF4 或 19C7cc+MF4cc* |

* 某些 mAb 还提供体外生产的产品 (名称以 “cc” 结尾)。其性能与体内生产的 mAb 相似。我们推荐在设计检测系统时选择体外生产的产品。

多单抗检测系统

除了“传统的”1+1 检测模式外 (包括一个捕获抗体和一个检测抗体), 我们还推荐测试多单抗检测方法。在这种方法中, 存在两个甚至三个捕获抗体和一个或多个检测抗体。以我们的经验来看, 通常额外的抗体有助于提高检测的灵敏度。但更为重要的是, 这种方法可帮助降低多种转译后修饰和测定干扰因素 (如肝素) 对 cTnI 检测的负面影响。

我们推荐的所有双位点抗体组合均具备以下特点:

- 较高或超高灵敏度
- 不与骨骼肌 TnI 发生交叉反应
- 无论对游离形式还是复合物形式 (与 TnC) 的 cTnI 均具有很好的识别能力
- 对 cTnI 分子的部分蛋白水解作用敏感性较低
- 对含有肝素的样品不敏感或敏感性较低
- 对磷酸化作用不敏感或敏感性较低
- 对含有自身抗体的样品敏感性较低

表 2. 在侧向层析平台中性能出色的抗体对组合。

| 检测类型 | 检测线 | 金标抗体 |
|--------|----------------------------|------------------------------|
| 1+1 | 16A11 或 16A11cc* | 19C7 或 19C7cc* |
| | 916 | 16A11 或 16A11cc* |
| | 19C7 或 19C7cc* | 16A11 或 16A11cc* |
| 2+2 | 916+16A11 或 916+16A11cc* | 19C7+16A11 或 19C7cc+16A11cc* |
| | 19C7+820 或 19C7cc+820* | 19C7+16A11 或 19C7cc+16A11cc* |
| | 820+16A11 或 820+16A11cc* | 19C7+16A11 或 19C7cc+16A11cc* |
| 其他有效组合 | 19C7 或 19C7cc* | 4C2 |
| | M18+560 | MF4+19C7 或 MF4cc+19C7cc* |
| | M18+560 | 19C7+267 或 19C7cc+267* |
| | 16A11+MF4 或 16A11cc+MF4cc* | 19C7+4C2 或 19C7cc+4C2* |
| | 16A11+MF4 或 16A11cc+MF4cc* | 19C7+M155 或 19C7cc+M155cc* |

* 某些 mAb 还提供体外生产的产品 (名称以 “cc” 结尾)。其性能与体内生产的 mAb 相似。我们推荐在设计检测系统法时选择体外生产的产品。

侧向层析平台中的 cTnI 组合

侧向层析平台自 20 世纪 80 年代后期就已广泛应用于诊断。

我们采用侧向层析平台对部分抗体（35 选 10）进行了测试。表 2 所示为最佳性能组合。请注意，其他组合也可能具有相同效果或者效果更加出色。表 2 中对这些组合进行了部分列举。

采用抗 cTnC 抗体检测 cTnI

我们已经证实，人血液中多数 cTnI 都与 TnC 结合并以复合物形式存在 (12)。因此，可以采用一个具有 cTnI 特异性的抗体和另一个识别复合物中 TnC 部分的抗体组成配对来检测 cTnI（图 7）。TnC 既不会被磷酸化，不会被蛋白酶裂解，也不会受到样品中肝素或自身抗体的影响。这种方法将有助于提高灵敏度、精度和定量 cTnI 免疫检测的重复性。

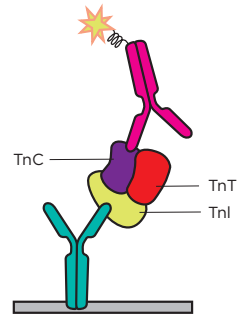


图 7. cTnI 免疫检测示意图，其中捕获抗体（绿色）可特异性结合 cTnI，而检测抗体（粉色）可特异性结合 TnC。此种类型的免疫检测可识别 cTnI 在血液中的主要存在形式，即 cTnI-TnC 二元复合物。

人血液中 cTnI 形式的异质性及检测系统标准化

人血液中 cTnI 形式的异质性及检测系统标准化

人血液中 cTnI 形式具有异质性，并且不同检测系统中所采用的抗体具有表位特异性差异，也就是说通过不同检测系统得到的结果可能会有很大差别。在第一代 cTnI 检测系统中，采用某一种检测试剂测得的 cTnI 浓度可能是另一种检测试剂结果的 10 到 1000 倍。经过国内和国际组织以及众多科学家、临床实践者和行业试剂生产商间的密切合作，现在各检测系统间已达成了较好的一致性。

cTnI 检测系统的标准化实施进程包括：

- 引入国际 cTnI 标准 (SRM 2921)。此标准由美国国家标准技术研究所 (NIST) 制定，所用原料来自 HyTest。
- 对商品化检测系统中检测到的表位逐步实施“标准化”。图 8 所示为当前市售商品化检测系统的表位特异性。多数检测系统采用可特异性结合于 cTnI 分子的三个区域的抗体：23-43、41-56 和 83-93。

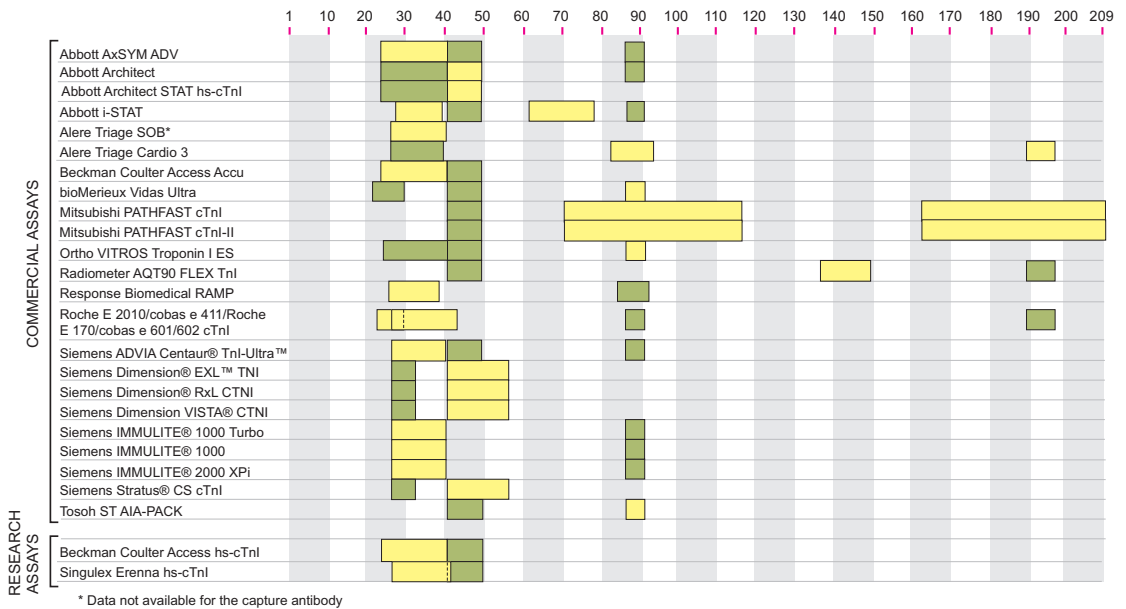


图 8. 商品化的 cTnI 免疫检测系统中使用的抗体表位。 绿条和黄条分别代表捕获抗体和检测抗体的识别位点。此图基于国际临床化学联合会 (IFCC) 网站 www.ifcc.org 中所提供的信息 (Scientific Division > SD Documents > Troponin assay analytical characteristics. 版本: 2013 年 10 月)。已获得印制许可。

cTnI 或 cTnI 片段抗体的 Western blotting 检测

在 Western blotting 测定中, 我们提供的所有抗 cTnI 单抗都能识别人 cTnI (或 cTnI 片段, 只要其包含某个单抗的特异性结合表位)。对于高灵敏度 Western blotting 检测, 我们建议使用以下单抗之一: 19C7、16A11 或 MF4。

不同动物的 cTnI 检测抗体

新药测试和新手术方法评估的对象通常是实验动物。新疗法或新手术技术对于心脏功能和心肌细胞活力的影响至关重要，该作用可通过测量动物血液中的 cTnI 水平进行评估。

合的方式测试了所选抗体组合对纯化的天然动物 cTnI 的检测能力。表 4 列出的是我们研究得出的抗体组合，这些组合可被用于开发不同动物 cTnI 的免疫检测系统。图 9 所示为上述组合中 M155-19C7 这对组合的校准曲线。

在 Western blotting 测定中，我们的某些抗 cTnI 单抗可以检测出不同动物的 cTnI (表 3)。我们还以双位点组

表 3. Western blotting 中抗 cTnI 单抗与不同动物抗原的交叉反应。

| 克隆号 | 人 | 牛 | 猪 | 山羊 | 犬 | 兔 | 猫 | 大鼠 | 小鼠 | 鱼 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 10B11 | + | - | + | - | + | + | + | + | - | - |
| 4C2 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | - |
| 19C7 | ++ | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | ++ | + | ++ |
| 8E10 | + | + | + | + | + | + | + | - | - | - |
| 16A11 | + | + | + | + | + | + | + | - | - | - |
| C5 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| MF4 | + | + | + | + | + | | + | + | + | - |
| 22B11 | ++ | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| 247 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | N/A |
| 10F4 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | N/A |

表 4. 不同动物 cTnI 免疫检测的双位点单抗组合。

| | | 检测抗体 | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|---|---|---|----|------|---|---|---|----|-----|---|---|---|---|
| | | 19C7 | | | | | M155 | | | | | MF4 | | | | |
| | | B | C | M | R | Rb | B | C | M | R | Rb | B | C | M | R | |
| 包被抗体 | 9F6 | | | • | • | • | | | | | | | | | | |
| | 4C2 | | • | • | • | • | | | | | | | | | | • |
| | 801 | | | • | | | | | | | | | | | | |
| | M155 | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |
| | 19C7 | | | | | | | | | | | • | • | • | • | |
| | 625 | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |
| | 472 | | | • | | | | | | | | | | | | |
| MF4 | | | • | | | • | • | • | • | • | | | | | | |

B: 牛, C: 犬, M: 小鼠, R: 大鼠, Rb: 兔

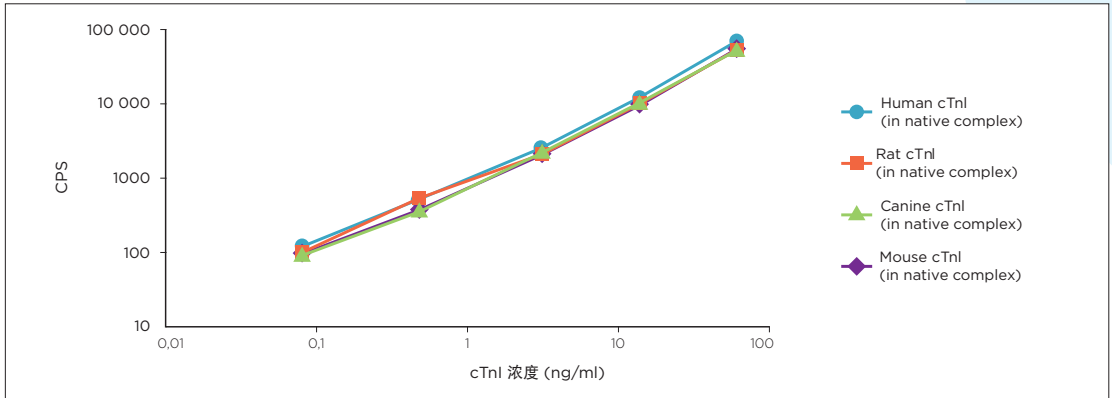


图 9. 人、小鼠、大鼠和狗 (犬) Tn 复合物的 cTnI 校准曲线。M155 为捕获抗体, 19C7 为检测抗体。此 mAb 组合可对不同种类动物的抗原做出相同反应。

心肌肌钙蛋白 I 和肌钙蛋白复合物

HyTest 的科学家在心肌肌钙蛋白 I 领域的研究超过 20 年。在此期间, 我们针对该蛋白的不同形式, 在开发、纯化和生产方面都有了深刻的认识。

天然人心肌肌钙蛋白 I

HyTest 的 cTnI (货号 8T53) 从人心肌组织中通过免疫亲和及进一步的离子交换层析纯化。纯化的制备品中含有少量仍具有肌钙蛋白免疫活性的 cTnI 蛋白水解片段 (<5%)。根据免疫研究和质谱研究, 天然 cTnI 的 N-末端丙氨酸被乙酰化。制备品中包含不同程度磷酸化和未磷酸化的 cTnI 混合物。

在 SDS-PAGE 中, 纯化的 cTnI 表现为一条单一的条带, 表观分子量为 29 kDa。

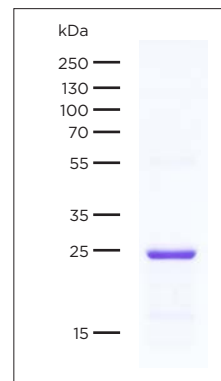


图 10. 天然心肌肌钙蛋白 I。1 μ g 纯化人天然心肌肌钙蛋白 I (货号 8T53) 在还原条件下于 10-20% SDS-PAGE 中进行电泳实验。

重组人心肌钙蛋白 I

我们的重组人心肌钙蛋白 I (货号 8RT17) 通过在大肠杆菌中表达 TNNI3 基因而制得。重组肌钙蛋白 I 的 N-末端带有一个额外的 Met 残基 (因大肠杆菌表达而产生), 且 Ser23 和 Ser24 残基未磷酸化。在 SDS-PAGE 中, 此蛋白表现为一条单一的条带, 表观分子量约为 29 kDa (图 11)。这种高纯度蛋白可用作免疫检测的校准品、抗血清生产中的免疫原以及 cTnI 分子量标准。

人心肌钙蛋白复合物 (I-T-C)

在心肌钙蛋白复合物中, 肌钙蛋白亚基之间以非共价键连接。现已证实, cTnI 和 TnC 之间的相互作用最强, 尤其是有 Ca^{2+} 存在的情况下。

cTnI 在游离状态下极其不稳定, 但是与 TnC 复合或形成 cTnI-cTnT-TnC (I-T-C) 三元复合物后, 稳定性明显提升。后两种蛋白形式更适于用于制备标准蛋白和校准品 (12)。图 12 所示为 4°C 温育条件下, cTnI 在 I-T-C 复合物形式与游离单体形式下的稳定性比较。

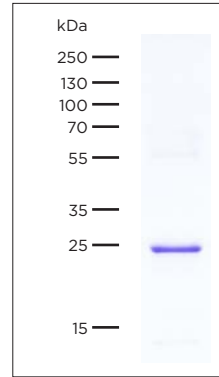


图 11. 重组人心肌钙蛋白 I。1 μ g 重组人心肌钙蛋白 I (货号 8RT17) 在还原条件下于 10-20% SDS-PAGE 中进行电泳实验。

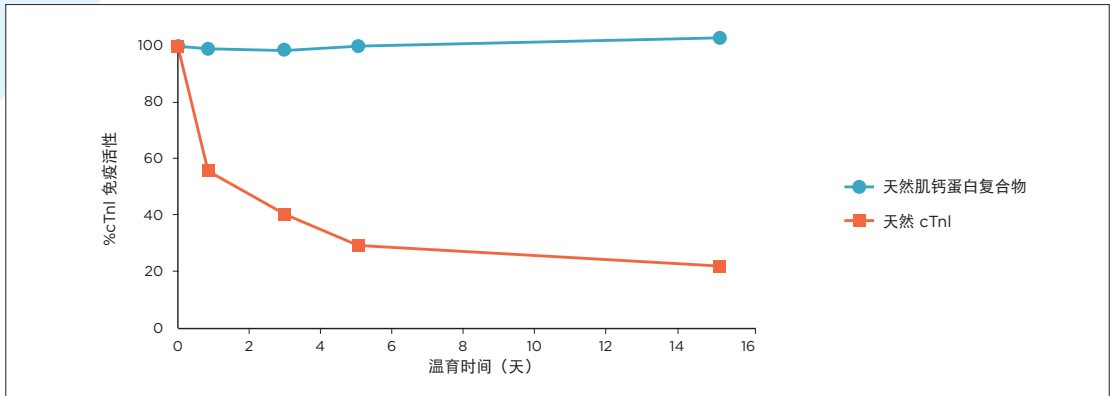


图 12. 不同形式的纯化 cTnI 的稳定性比较。将天然肌钙蛋白复合物 (货号 8T62) 或天然 cTnI (货号 8T53) 溶解于正常人血清 (cTnI 的最终浓度为 30 ng/ml) 并于 4°C 环境下温育数天。在指示的时间点测量样本的免疫反应性。溶解于血清后, 肌钙蛋白复合物 (●) 中的 cTnI 仍保持稳定, 而纯化的游离 cTnI (■) 很快失去其免疫反应性。

在 HyTest 提供的天然肌钙蛋白复合物中，cTnI 的存在形式与 AMI 患者血液中可检测到的形式相同。肌钙蛋白复合物的纯化过程在温和条件下进行，未使用含尿素的缓冲液处理。并且，对复合物中三种成分的浓度均进行了精确测定。在 SDS-PAGE 中，纯化的肌钙蛋白复合物表现为三个主要条带：cTnT、cTnI 和 TnC，其表现分子量分别为 39、29 和 18 kDa（图 13）。

天然肌钙蛋白复合物相比于纯化 cTnI 的优势包括：

- 抗原形式与 AMI 血样中的形式相同
- 三级结构未发生改变
- 抗体结合位点未发生改变
- cTnI 稳定性高
- 是制备 cTnI 校准品和标准品的理想选择

在 2004 年，HyTest 的肌钙蛋白 I-T-C 复合物被美国临床化学协会 (AACC) 标准化委员会选为试剂生产商在肌钙蛋白 I 测定中的参比物质。经认证的参比物质 (SRM 2921) 只能从美国国家标准技术研究所 (NIST) 获取。如需更多信息，请访问 www.nist.gov。

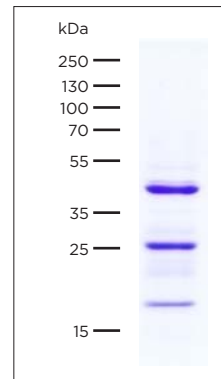


图 13. 天然心肌肌钙蛋白复合物。

纯化肌钙蛋白复合物（货号 8T62；cTnI 量为 1 μg）在还原条件下于 10-20% SDS-PAGE 中进行电泳实验。

心肌肌钙蛋白 T (cTnT)

人心肌肌钙蛋白 T 由 TNNT2 基因编码。mRNA 转录物经选择性剪接可得到不同 cTnT 亚型，其中已确定的有十种。某些亚型仅在胚胎期心脏发育阶段表达，某些亚型仅在正常成人心脏组织中表达，还有一些形式与不同的心脏病理有关。正常成人心脏组织中主要亚型（亚型 6 或 TnT3）的长度为 287 个氨基酸，表现分子量为 34.5 kDa。

与 cTnI 相似，TnT 的心肌亚型也被广泛用作心肌细胞死亡的标志物。cTnT 与 cTnI 有着相同的入血释放动力学，而且对轻度心脏事件同样灵敏。

用于科研目的的抗体

建议将我们的 cTnT 单克隆抗体用于科研目的。该抗体还可与不同种类动物的 cTnT 蛋白发生交叉反应（图 5）。

表 5. Western blotting 中抗 cTnT 单抗与来自不同种类动物抗原的交叉反应。

| mAb | 人 | 牛 | 猪 | 山羊 | 犬 | 兔 | 猫 | 大鼠 | 小鼠 | 鱼 |
|------|----|-----|----|-----|---|---|---|-----|-----|---|
| 7F4 | ++ | N/A | ++ | N/A | - | - | - | N/A | N/A | - |
| 1F2 | + | + | - | + | + | + | + | - | - | + |
| 7G7 | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3D6 | + | + | - | + | + | + | - | - | + | + |
| 2F3 | ++ | + | ++ | ++ | + | + | + | + | + | + |
| 1A11 | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | ++ | + |
| 2G3 | ++ | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| 1F11 | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | + | + |
| 7A9 | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - |

天然人 cTnT

HyTest 的 cTnT (货号 8T13) 从人心肌组织中通过免疫亲和层析及进一步的离子交换层析纯化。在 SDS-PAGE 中, 纯化的 cTnI 表现为一条单一的条带, 表观分子量为 39 kDa (图 14)。

重组人 cTnT

亚型 6 (文献中也称作 TnT3) 是正常成人心脏组织中肌钙蛋白 T 的主要亚型。

HyTest 重组人 cTnT (货号 8RTT5) 是由大肠杆菌表达的 cTnT 亚型 6 (TnT3) 基因, 其蛋白长度为 288 个氨基酸。该亚型为正常成人心脏组织中 cTnT 的主要亚型。其 N-末端具有一个额外的 Met 残基。在 SDS-PAGE 中, 纯化后的重组 cTnT 表现为一条单一的条带, 表观分子量约为 39 kDa (图 15)。

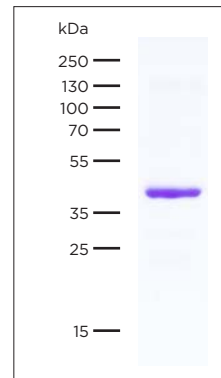


图 14. 天然心肌钙蛋白 T。1 μ g 天然人心肌钙蛋白 T (货号 8T13) 在还原条件下于 10-20% SDS-PAGE 中进行电泳实验。

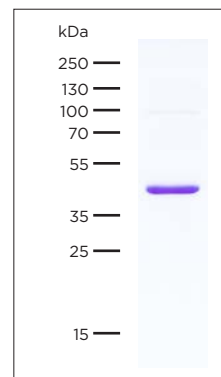


图 15. 重组心肌钙蛋白 T。1 μ g 重组人心肌钙蛋白 TnT (货号 8RTT5) 在还原条件下于 10-20% SDS-PAGE 中进行电泳实验。

肌钙蛋白 C (TnC)

在人肌肉中表达的有两种形式的肌钙蛋白 C (TnC)。一种典型地存在于慢型骨骼肌和心肌中，另一种典型地存在于快型骨骼肌中。存在于心肌中的 TnC 由 161 个氨基酸残基构成。分子量为 18.4 kDa，理论等电点为 4.05。

TnC 与 cTnI 会形成高亲和力的复合物，在 AMI 患者血液中，大多数 cTnI 与 TnC 以复合物形式存在。TnC 可防止 cTnI 遭到蛋白酶裂解，因此可用作 cTnI 在水溶液中的天然稳定剂 (12)。

人源心肌肌钙蛋白 C

HyTest 的 TnC (货号 8T57) 从人心肌组织中通过免疫亲和层析及进一步的离子交换层析纯化。在 SDS-PAGE 中，纯化的 TnC 表现为一条单一的条带，表观分子量为 18 kDa (图 16)。

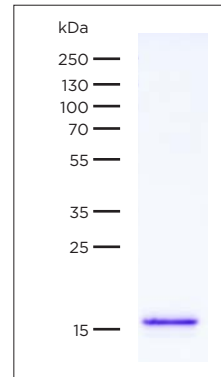


图 16. 天然肌钙蛋白 C。1 μg 人天然心肌肌钙蛋白 C (货号 8T57) 在还原条件下于 10-20% SDS-PAGE 中进行电泳实验。

参考文献

- 1) **Gomes, AV et al.** The role of Troponin in muscle contraction. *Life*. 2002, 54: 323-333.
- 2) **Bodor, GS et al.** Cardiac troponin-I is not expressed in fetal and healthy or diseased adult human skeletal muscle tissue; *Clinical chemistry*. 1995, 41(12): 1710-1715.
- 3) **Jaffe, AS et al.** Diseased skeletal muscle. A noncardiac source of increased circulating concentrations of cardiac troponin T; *Journal of the American College of Cardiology*. 2011, 58(17): 1819-1824.
- 4) **Cummins, B et al.** Cardiac-specific troponin-I radioimmunoassay in the diagnosis of acute myocardial infarction. *Am Heart J*. 1987, 113(6): 1333-1344.
- 5) **Katus, HA et al.** Enzyme linked immunoassay of cardiac troponin T for the detection of acute myocardial infarction in patients. *J Mol Cell Cardiol*. 1989, 21(12): 1349-1353.
- 6) Myocardial infarction redefined – A consensus document of The Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the Redefinition of Myocardial Infarction *Eur. Heart J*. 2000, 21(18): 1502-1513.
- 7) **Thygesen, K et al.** Third universal definition of myocardial infarction. *Circulation*. 2012, 126: 2020-2035.
- 8) **Christenson, RH and Azzazy HM.** Biomarkers of myocardial necrosis; *Cardiovascular Biomarkers: Pathophysiology and Clinical Management*. Humana Press. 2006, 3-25.
- 9) **Keller, T et al.** Sensitive Troponin I Assay in Early Diagnosis of Acute Myocardial Infarction. *N. Engl. J. Med*. 2009, 361: 868-877.
- 10) **Diercks, DB et al.** Diagnostic accuracy of a point-of-care troponin I assay for acute myocardial infarction within 3 hours after presentation in early presenters to the emergency department with chest pain. *Am. Heart J*. 2012, 163: 74-80.
- 11) **Reichlin et al.** One-Hour Rule-out and Rule-in of Acute Myocardial Infarction Using High-Sensitivity Cardiac Troponin T. *Arch. Intern. Med*. 2012, 172(16): 1211-1218.
- 12) **Katrakha, AG et al.** Degradation of cardiac troponin I: implication for reliable immunodetection. *Clin. Chem*. 1998, 44(12): 2433-2440.
- 13) **Zhang, J et al.** Top-down quantitative proteomics identified phosphorylation of cardiac troponin I as a candidate biomarker for chronic heart failure. *J. Proteome Res*. 2011, 10(9): 4054-4065.
- 14) **Katrakha, AG et al.** Biochemical factors influencing measurement of cardiac troponin I in serum. *Clin. Chem. Lab. Med*. 1999, 37(11-12): 1091-1095.
- 15) **Eriksson, S et al.** Negative interference in cardiac troponin I immunoassays from a frequently occurring serum and plasma component. *Clin. Chem*. 2003, 49(7): 1095-1104.
- 16) **Eriksson, S et al.** Autoantibodies against cardiac troponins. *N. Engl. J. Med*. 2005, 352(1): 98-100.
- 17) **Eriksson, S et al.** Negative interference in cardiac troponin I immunoassays by circulating troponin autoantibodies. *Clin. Chem*. 2005, 51(5): 839-847.

HyTest 科学家发表的关于肌钙蛋白的文章精选

Katrukha AG, Bereznikova AV, Esakova TV, Filatov VL, Bulargina TV and Gusev NB. **A new method of human cardiac troponin I and troponin T purification.** Biochem. Mol. Biol. Int. 1995, 36:195-202.

文章介绍了纯化内源性肌钙蛋白 I 和 T 的实验方案。基于单克隆抗体 C5 的亲纯化法可用于纯化不同种类动物的肌钙蛋白 I 分子。

Katrukha AG, Bereznikova AV, Esakova TV, Pettersson K, Lövgren T, Severina ME, Pulkki K, Vuopio-Pulkki LM and Gusev NB. **Troponin I is released in bloodstream of patients with acute myocardial infarction not in free form but as complex.** Clin. Chem. 1997, 43(8):1379-1385.

在本研究中，我们首次证实 cTnI 分子在血液中不是以大家一直认为的游离单体形式释放，而是与 TnC 构成的复合物。不同的 cTnI 特异性抗体对游离形式和复合形式 cTnI 的识别能力不同。我们建议在检测系统的开发中，尽量选用不受 cTnI - TnC 复合物影响并且可同样识别游离和复合物两种形式 cTnI 的抗体。

Filatov VL, Katrukha AG, Bereznikova AV, Esakova TV, Bulargina TV, Kolosova OV, Severin ES and Gusev NB. **Epitope mapping of anti-troponin I monoclonal antibodies.** Biochem. Mol. Biol. Int. 1998, 45(6):1179-1187.

本文介绍了用纯化的 cTnI 或肌钙蛋白复合物作为免疫原进行单克隆抗体开发。通过 SPOT 技术精确定位了 31 种抗体的识别表位。既可识别 cTnI 单体，又可识别肌钙蛋白复合物的新一代抗体可以确保临床样本中 cTnI 检测的可靠性。

Katrukha AG, Bereznikova AV, Filatov VL, Esakova TV, Kolosova OV, Pettersson K, Lövgren T, Bulargina TV, Trifonov IR, Gratsiansky NA, Pulkki K, Voipio-Pulkki LM and Gusev NB. **Degradation of cardiac troponin I: implication for reliable immunodetection.** Clin. Chem. 1998, 44(12):2433-2440.

在本研究中，我们证实了在 37°C 温育下的坏死组织和在 23°C 温育下的血清中，位于 cTnI N-末端和 C-末端区域的蛋白会发生快速降解。cTnI 最稳定的部分位于氨基酸残基 30 至 110 之间。开发 cTnI 免疫检测系统时，我们建议选用识别蛋白稳定区域的抗体。

Filatov VL, Katrukha AG, Bulargina TV and Gusev NB. **Troponin: structure, properties, and mechanism of functioning.** Biochemistry. 1999, 64(9):969-985.

综述。此综述对目前掌握的肌钙蛋白复合物的结构和功能进行了概述。研究了有关肌钙蛋白 I 和肌钙蛋白 T 的磷酸化数据。

Katrukha A, Bereznikova A, Filatov V and Esakova T. **Biochemical factors influencing measurement of cardiac troponin I in serum.** Clin. Chem. Lab. Med. 1999, 37(11-12):1091-1095.

文章探讨了复合物的形成、cTnI 的不稳定性、磷酸化作用以及其他影响人血清中 cTnI 识别的因素所带来的影响。我们得出的结论是，选择开发 cTnI 检测系统的抗体时，应考虑到上述所有因素。

Katrukha A, Bereznikova A and Pettersson K. **New approach to standardization of human cardiac troponin I (cTnI)**. Scand. J. Clin. Lab. Invest., Suppl. 1999, 230:124-127.

在本研究中，我们用 6 种不同的 cTnI 试剂分别检测 21 个临床样本中的 cTnI 浓度，并对其结果进行比较。在检测中我们尝试了一系列不同的校准品。发现当以心脏组织来源的天然肌钙蛋白复合物作为校准品时，各生产商之间的偏差最小。我们得出的结论是，为了减小不同检测系统之间的差异，应将天然肌钙蛋白复合物用作校准品。

Katrukha AG. **Antibody selection strategies in cardiac troponin assays**. Cardiac Markers, 2003, 2nd edition, Edited by Alan HB. Wu. 173-185.

本书概述了肌钙蛋白 I 和 T 的生物化学性质，并探讨了在检测系统的开发过程中，影响抗体选择的参数。

Vylegzhanina AV, Katrukha IA, Kogan AE and Bereznikova AV. **Epitope Specificity of Anti-Cardiac Troponin I Monoclonal Antibody 8I-7**. Clin. Chem. 2013, 59(12):1814-1816.

在这篇致编者函中，我们展示了有关抗 cTnI mAb 8I-7 的表位特异性数据。研究结果还表明，这个单抗会与骨骼肌肌钙蛋白 I 发生交叉反应。

专利

HyTest 拥有“肌钙蛋白 I 的诊断方法和试剂盒”的专利 (US7285418 和 EP0938678)。

订购信息

肌钙蛋白 I (TnI)

单克隆抗体

| 产品名称 | 货号 | 克隆号 | 亚型 | 备注 |
|----------------------|--------|--|-------|--|
| cTnI, 心肌肌钙蛋白 I | 4T21 | P4-14G5 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 1-15 |
| | | P4-9F6 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 1-15 |
| | | 916 | IgG3 | EIA, WB, a.a.r. 13-22 |
| | | 23C6 | IgG2a | EIA, WB, a.a.r. 15-25 |
| | | 10B11 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 16-20 |
| | | 909 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 18-22 |
| | | M18 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 18-28 |
| | | 801 | IgG3 | EIA, WB, a.a.r. 18-35 |
| | | 810 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 22-31 |
| | | 4C2 | IgG2a | EIA, WB, a.a.r. 23-29 |
| | | 3C7 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 25-40 |
| | | 228 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 26-35 |
| | | M155 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 26-35 |
| | | 820 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 26-35 |
| | | 10F4 | IgG2a | EIA, WB, a.a.r. 34-37 |
| | | 19C7 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 41-49 |
| | | 247 | IgG1 | a.a.r. 65-74, 仅识别 cTnI 单体 |
| | | 560 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 83-93 |
| | | 16A12 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 86-90 |
| | | 8E10 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 86-90 |
| | | 16A11 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 86-90 |
| | | 17F3 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 87-90 |
| | | 415 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 104-119 |
| | | 84 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 117-126 |
| | | M46 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 130-145, 与骨骼肌肌钙蛋白 I 的交叉反应 <10 % |
| | | 581 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 143-152 |
| | | 441 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 148-158 |
| | | 625 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 169-178 |
| | | 458 | IgM | EIA, WB, a.a.r. 169-178 |
| | | 596 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 169-178, 与骨骼肌肌钙蛋白 I 的交叉反应 <10 % |
| | | 267 | IgG2a | EIA, WB, a.a.r. 169-178, 与骨骼肌肌钙蛋白 I 的交叉反应 <10 % |
| | | 472 | IgG3 | EIA, a.a.r. 182-191, 与骨骼肌肌钙蛋白 I 的交叉反应 >50 % |
| C5 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 186-192, 与骨骼肌肌钙蛋白 I 的交叉反应 >50 % | | |
| MF4 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 190-196 | | |
| p45-10 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 195-209 | | |
| cTnI, 心肌肌钙蛋白 I, 体外生产 | 4T21cc | M155cc | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 26-35 |
| | | 19C7cc | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 41-49 |
| | | 16A12cc | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 86-90 |
| | | 16A11cc | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 86-90 |
| | | MF4cc | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 190-196 |
| cTnI, 磷酸化形式 | 4T45 | 1G11 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. N/A |
| cTnI, 去磷酸化形式 | 4T46 | 22B11 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 20-24 |
| cTnI, 心肌肌钙蛋白复合物 | 4TC2 | 20C6 | IgG2b | EIA |
| | | Tcom8 | IgG1 | EIA |
| skTnI, 骨骼肌肌钙蛋白 I | 4T20 | 12F10 | IgG2b | EIA, WB |
| | | 7G2 | IgG2b | EIA, WB |

肌钙蛋白 I (TnI)

多克隆抗体

| 产品名称 | 货号 | 宿主 | 备注 |
|----------|--------|----|-----|
| 心肌肌钙蛋白 I | 4T21/2 | 山羊 | EIA |

人抗原

| 产品名称 | 货号 | 纯度 | 来源 |
|-----------------------|--------|------|--------------------------|
| 心肌肌钙蛋白 I, 人 | 8T53 | >98% | 人心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 人, 重组 | 8RT17 | >95% | 重组 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 去磷酸化 | 8T53dp | >95% | 人心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 磷酸化 | 8T53ph | >95% | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-C) | 8IC63 | N/A | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人 | 8T62 | N/A | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人工组合 | 8T62a | N/A | 人心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I 校准物试剂盒 | 8T60 | N/A | 建议范围 0 ng/ml 至 100 ng/ml |
| 心肌肌钙蛋白 I 多形式试剂盒 | KO1 | N/A | 不同形式的人心肌肌钙蛋白 I |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 人 | 8T25 | >95% | 人骨骼肌 |

动物抗原

| 产品名称 | 货号 | 纯度 | 来源 |
|---------------------|--------|------|-------|
| 心肌肌钙蛋白 I, 牛 | 8T53b | >98% | 牛心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 犬 | 8T53c | >98% | 犬心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 小鼠 | 8T53m | >98% | 小鼠心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 猪 | 8T53p | >98% | 猪心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 兔 | 8T53rb | >98% | 兔心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 I, 大鼠 | 8T53r | >98% | 大鼠心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 牛 | 8T62b | N/A | 牛心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 犬 | 8T62c | N/A | 犬心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 小鼠 | 8T62m | N/A | 小鼠心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 猪 | 8T62p | N/A | 猪心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 兔 | 8T62rb | N/A | 兔心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 大鼠 | 8T62r | N/A | 大鼠心肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 牛 | 8T25b | >95% | 牛骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 犬 | 8T25c | >95% | 犬骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 小鼠 | 8T25m | >95% | 小鼠骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 猪 | 8T25p | >95% | 猪骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 兔 | 8T25rb | >95% | 兔骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 I, 大鼠 | 8T25r | >95% | 大鼠骨骼肌 |

阴性血清

| 产品名称 | 货号 | 来源 |
|-----------|------|---------|
| 无 cTnI 血清 | 8TFS | 正常人混合血清 |

WESTERN BLOT 试剂盒

| 产品名称 | 货号 | 备注 |
|---------------------------|------|--|
| 心肌肌钙蛋白 I Western blot 试剂盒 | 9CT4 | 包含抗 cTnI 单抗 4C2 和人 cTnI 抗原。在 Western blotting 和 DOT blot 中检测 cTnI 时, 采用 cTnI 样品作为内标品或校准物品。 |

肌钙蛋白 T (TnT)

单克隆抗体

| 产品名称 | 货号 | 克隆号 | 亚型 | 备注 |
|----------|------|------|-------|-------------------------|
| 心肌肌钙蛋白 T | 4T19 | 9G6 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 1-60 |
| | | 7F4 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 67-86 |
| | | 1F2 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 67-86 |
| | | 7G7 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 67-86 |
| | | 3D6 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 67-86 |
| | | 2F3 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 145-164 |
| | | 1A11 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 145-164 |
| | | 1F11 | IgG2b | EIA, WB, a.a.r. 145-164 |
| | | 1C11 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 171-190 |
| | | 7E7 | IgG1 | EIA, WB, a.a.r. 223-242 |

人抗原

| 产品名称 | 货号 | 纯度 | 来源 |
|-----------------------|-------|------|------|
| 心肌肌钙蛋白 T, 人 | 8T13 | >98% | 人心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 T, 人, 重组 | 8RTT5 | >95% | 重组 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 人 | 8T24 | >95% | 人骨骼肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人 | 8T62 | N/A | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人工组合 | 8T62a | N/A | 人心肌 |

动物抗原

| 产品名称 | 货号 | 纯度 | 来源 |
|---------------|--------|------|-------|
| 心肌肌钙蛋白 T, 牛 | 8T13b | >98% | 牛心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 T, 犬 | 8T13c | >98% | 犬心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 T, 小鼠 | 8T13m | >98% | 小鼠心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 T, 猪 | 8T13p | >98% | 猪心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 T, 兔 | 8T13rb | >98% | 兔心肌 |
| 心肌肌钙蛋白 T, 大鼠 | 8T13r | >98% | 大鼠心肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 牛 | 8T24b | >95% | 牛骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 犬 | 8T24c | >95% | 犬骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 小鼠 | 8T24m | >95% | 小鼠骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 猪 | 8T24p | >95% | 猪骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 兔 | 8T24rb | >95% | 兔骨骼肌 |
| 骨骼肌肌钙蛋白 T, 大鼠 | 8T24r | >95% | 大鼠骨骼肌 |

多克隆抗体

| 产品名称 | 货号 | 宿主 | 备注 |
|----------|--------|----|------------------|
| 心肌肌钙蛋白 T | 4T19/2 | 山羊 | EIA, WB, IHC, IP |

肌钙蛋白 C (TnC)

单克隆抗体

| 产品名称 | 货号 | 克隆号 | 亚型 | 备注 |
|--------------|--------|-------|-------|---------|
| 肌钙蛋白 C | 4T27 | 1A2 | IgG2a | EIA, WB |
| | | 7B9 | IgG1 | EIA, WB |
| | | 12G3 | IgG2b | EIA, WB |
| 肌钙蛋白 C, 体外生产 | 4T27cc | 7B9cc | IgG1 | EIA, WB |
| 人心肌肌钙蛋白复合物 | 4TC2 | 20C6 | IgG2b | EIA |
| | | Tcom8 | IgG1 | EIA |

人抗原

| 产品名称 | 货号 | 纯度 | 来源 |
|-----------------------|-------|------|-----|
| 肌钙蛋白 C, 人 | 8T57 | >98% | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-C) | 8IC63 | N/A | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人 | 8T62 | N/A | 人心肌 |
| 肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人工组合 | 8T62a | N/A | 人心肌 |

动物抗原

| 产品名称 | 货号 | 纯度 | 来源 |
|------------|--------|------|------|
| 肌钙蛋白 C, 牛 | 8T57b | >98% | 牛心肌 |
| 肌钙蛋白 C, 犬 | 8T57c | >98% | 犬心肌 |
| 肌钙蛋白 C, 小鼠 | 8T57m | >98% | 小鼠心肌 |
| 肌钙蛋白 C, 猪 | 8T57p | >98% | 猪心肌 |
| 肌钙蛋白 C, 兔 | 8T57rb | >98% | 兔心肌 |
| 肌钙蛋白 C, 大鼠 | 8T57r | >98% | 大鼠心肌 |

Together. Today and Tomorrow.

www.hytest.fi
www.hytestcn.com



上海市张江高科技园区张东路 1158 号 2 幢 102 室, 201203
电话: 021-6837 0018
电子邮件: hytestchina@hytest.fi