

心肌肌钙蛋白 I



目录

介绍	3
特异性识别不同位点的心肌肌钙蛋白I抗体	4
超敏心肌肌钙蛋白概念	5
心肌肌钙蛋白I检测的影响因素	6
心肌肌钙蛋白I免疫检测系统的建立与抗体配对	10
外周循环中心肌肌钙蛋白I的异质性与检测标准化	13
蛋白免疫印迹检测心肌肌钙蛋白I及其片段	14
识别不同物种心肌肌钙蛋白I的抗体	14
心肌肌钙蛋白I单体与复合物	16
心肌肌钙蛋白T	18
肌钙蛋白C	20
参考文献	21
HyTest科学家的精品肌钙蛋白文章	22
订购信息	24

Abbreviations

AMI	Acute myocardial infarction
cc	cell culture; produced <i>in vitro</i> (in the Cat or MAb name)
cTnI	cardiac troponin I
cTnT	cardiac troponin T
HAMA	human anti-mouse antibody
hs-cTn	high-sensitivity cardiac troponin
MAb	monoclonal antibody
skTnI	skeletal troponin I
skTnT	skeletal troponin T
Tn	Troponin
TnC	Troponin C

介绍

肌钙蛋白复合物是一种结合于细肌丝的异聚蛋白，肌钙蛋白I是其中一个亚基。在心肌和骨骼肌的收缩过程中，肌钙蛋白扮演了重要的角色。肌钙蛋白复合物由三个亚基所组成，分别是肌钙蛋白T（TnT）、肌钙蛋白I（TnI）和肌钙蛋白C（TnC），三个亚基通过非共价相互作用结合在一起。其中，肌钙蛋白T作为原肌球蛋白的铆钉亚基，参与调节肌钙蛋白复合物与细肌丝的相互组用。在低钙离子浓度条件下，肌钙蛋白I负责抑制肌动蛋白的形成。肌钙蛋白C作为钙离子结合亚基，参与肌肉刺激并改变肌钙蛋白复合物的形成，因此可以使肌动蛋白复合物形成进而参与肌肉收缩（1）。

在人体中，TnI和TnT均存在三种亚型。其中，骨骼肌肌钙蛋白（skTnI和skTnT）分别包含快型骨骼肌肌钙蛋白I和T及慢型骨骼肌肌钙蛋白I和T；第三种则是心肌肌钙蛋白I（cTnI）和心肌肌钙蛋白T（cTnT）。cTnI仅在心肌组织中表达（2），而cTnT特异性略低，会在某些病变的骨骼肌中瞬时表达（3）。

在20世纪80年代末期，cTnI和cTnT相继被建议作为心肌细胞死亡的标志物（4,5）。如今，这两种标志物均作为指南推荐的标志物用于辅助诊断急性心肌梗死（AMI）（6-9）、术后心肌创伤和化疗心脏毒性等临床病理学心肌损伤，以及其他疾病相关的心肌损伤。

特异性识别不同位点的心肌肌钙蛋白I抗体

HyTest的科学家对cTnI抗体的研究已经超过了20年，期间开发分析了数千株cTnI特异性抗体，仅选取最好的抗体上市销售。我们提供的cTnI单抗原点分布信息请参考图1。

可提供不同形式的抗体

目前，我们所有cTnI抗体均可提供腹水生产的形式。有部分抗体可同时提供体内和体外两种生产方式的抗体。此外，一小部分抗体可提供嵌合重组抗体，这类抗体由鼠源可变区片段和人源恒定区片段组合而成。嵌合抗体可有效避免检测体系中人抗鼠抗体（HAMA）造成的假阳性和假阴性。

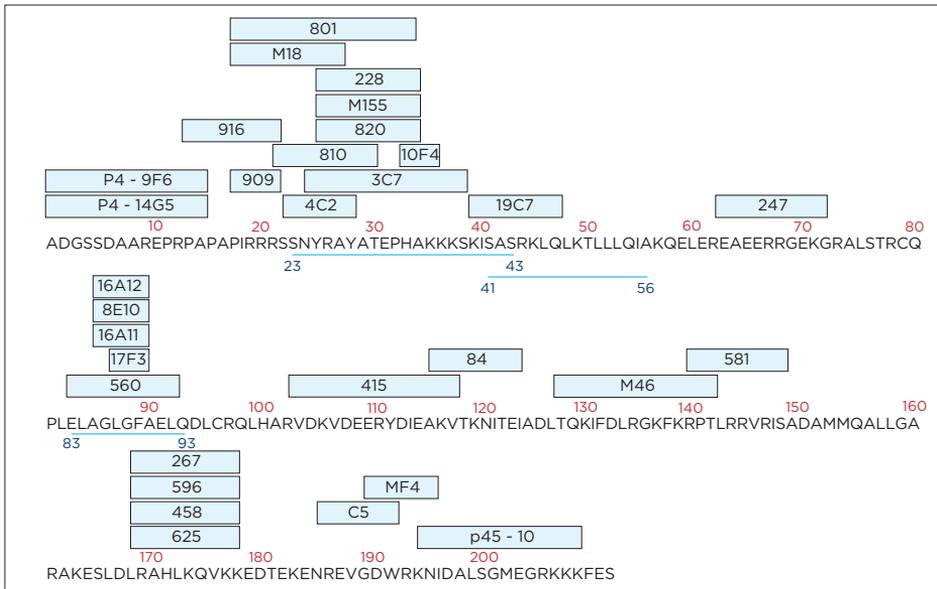


图1. HyTest cTnI单克隆抗体位点分布图

我们精选的30余株抗体覆盖了cTnI分子的不同表位。抗体位点由SPOT技术或其他不同肽段库方法进行了精确测定。

HyTest抗体广泛应用于各种平台的cTnI商业试剂盒，如ELISA、免疫比浊、侧向层析和化学发光等，在科研领域中也应用于Western Blotting、免疫组化等。

超敏心肌肌钙蛋白概念

在20世纪90年代末期，当时的cTnI和cTnT试剂可以检出患者体内ng/mL($\mu\text{g/L}$)级的肌钙蛋白。这种灵敏度水平的试剂仅能在缺血症状如胸痛发作3-6小时后可靠地检测到肌钙蛋白。这使得肌钙蛋白只能作为AMI的晚期标志物。而现在超敏肌钙蛋白检测系统的灵敏度可以达到pg/mL(ng/L)，能检出任何形式的心肌损伤，包括发病1-3小时的AMI患者，节省的3小时黄金时间更有利于迅速进行患者管理。超敏肌钙蛋白检测使得肌钙蛋白成为AMI的早期标志物。

目前的商品化超敏肌钙蛋白试剂相比于1987年的第一代肌钙蛋白试剂(4)，分析灵敏度提高了1000倍以上(10 ng/L vs.10 ng/mL)。超敏肌钙蛋白可以检测微小的心肌损伤，其起因可能是一长串疾病导致的心肌组织凋亡或细胞死亡(8)。

关于超敏肌钙蛋白概念和分析性能以及临床实践应用时的须知内容请参考近期发表的相关文章及综述(10-15)。



超敏肌钙蛋白检测系统

超敏肌钙蛋白检测应符合以下两条标准(16)：

1. 参考值上限第99百分位值对应的分析不精密度(CV%，变异系数)应 10%；
2. 在表面健康人群血液中检测到cTn的检出率 50%。

心肌肌钙蛋白检测的影响因素

心肌肌钙蛋白I是一种极具挑战的分析物，其生化特征极为复杂。我们对cTnI研究多年已经深入理解其生化特征及翻译后修饰。这些研究成果使得我们可以更深刻地理解开发灵敏准确的cTnI检测分析系统对抗体性能的要求。

尽管cTnI被认为是心肌损伤诊断的金标准，但是至今cTnI检测仍然没有实现标准化。因此，当使用不同分析系统对同一份血样进行cTnI测定时，结果往往迥异。

心脏特异性

人体中存在三种不同的TnI，其中cTnI具有心脏特异性，而另外两种则在骨骼肌中表达。这三种蛋白高度同源，cTnI与慢型sTnI和快型sTnI的序列同源性分别高达52%和46%。cTnI与sTnI的序列

造成这种差异的主要原因可以归结为不同试剂之间所使用的抗体的抗原表位不同。影响cTnI检测的干扰因素主要包括：蛋白水解、cTnI与其他蛋白结合、肝素影响、cTnI特异性自身抗体以及异嗜性抗体等。试剂中使用的单抗或多抗不同程度地受上述因素的影响。

同源性如图2所示，cTnI除N端延长段之外，仅少部分序列与sTnI不一致。因此，确保与sTnI无交叉反应不但是cTnI抗体开发极具挑战的任务，也是设计开发cTnI检测系统时必须考虑的因素。

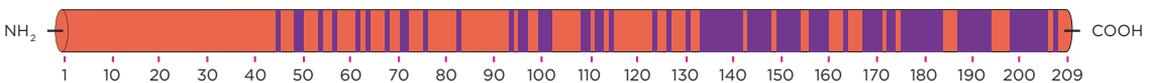


图2. 心肌肌钙蛋白I和骨骼肌肌钙蛋白I的序列同源性。cTnI独有的序列用橙色表示。

超敏cTnI对于抗体的交叉反应性有着更高的要求，因为若患者出现外周sTnI升高，即使cTnI试剂与sTnI的交叉反应低于0.1%，也可能会由于试剂的高灵敏度而造成假阳性结果。



定量检测cTnI是一项艰巨挑战

当对患者进行血液cTnI定量检测时，多种干扰因素可能对测定结果造成影响。而且，根据检测试剂所使用的抗体的抗原表位不同，影响也不一样。干扰因素主要包括：磷酸化、蛋白水解和自身抗体等。

这些干扰因素与检测试剂的抗体之间的相互作用是多方面的。例如，纯化的单体cTnI分子极易降解，而在肌钙蛋白复合物中由于TnC的保护，cTnI分子的中间区域更加稳定。因此，应优先使用识别cTnI分子中间稳定区域抗原表位的抗体而非cTnI末端抗原表位的抗体。然而，当使用中间区域的抗体时，TnC也会竞争性地干扰抗体与cTnI分子的结合。由于cTnI中间区域大部分被TnC结合，因此cTnI分子中间区域仅有少数位点不受TnC干扰。

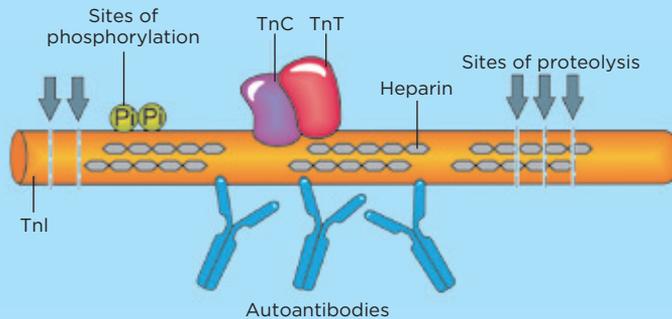


图3. 外周cTnI定量检测的干扰因素分布。

cTnI与TnC和cTnT的复合物

在心肌细胞中，cTnI以I-T-C的三元复合物形式存在。而在患者血液中，已经有多个研究小组证实，cTnI以I-C复合物形式而非I-T-C三元复合物形式存在。

TnC与cTnI的结合改变了其蛋白构象，从而封闭了部分cTnI的抗原表位。因此，cTnI单体与复合物的免疫学性质并不相同。若抗体的识别位点靠

近TnC的结合区域，则该抗体将不能识别样本中的cTnI复合物。由于在血液中，绝大部分cTnI是与TnC形成的二元复合物形式存在，因此cTnI检测试剂所使用的抗体识别cTnI复合物的能力对于检测至关重要。

蛋白降解

cTnI极不稳定，非常容易发生蛋白水解。cTnI分子最稳定的区域为30-110氨基酸区域（17）。因为在坏死组织以及血液中，该区域受到了内源性TnC的保护。

患者血液cTnI的降解程度目前尚存在争论。然而可以肯定的是，由于缺乏TnC的保护，cTnI的N端和C端至少会发生部分截断，尤其是在临床表征发作的20小时之后。

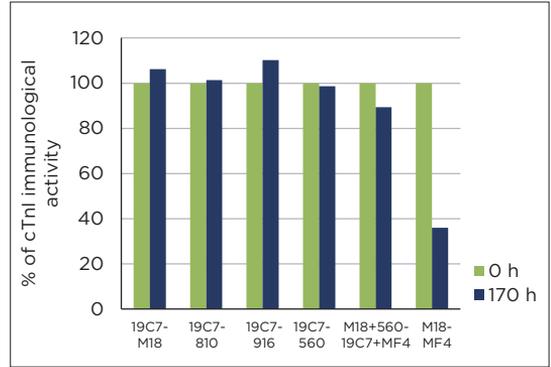


图4. 蛋白水解的影响。用肌钙蛋白复合物抗原（货号8T62）与内源性心肌蛋白酶混合物孵育170小时，对若干cTnI中间区域特异的最优抗体配对进行验证。M18-MF4对于蛋白水解非常敏感，作为对照。

蛋白磷酸化

cTnI的22和23位丝氨酸在体内可以被蛋白激酶A磷酸化。这说明，在细胞和MI患者血液中可能同时存在4种形式的cTnI（单磷酸化，双磷酸化和去磷酸化形式）（18）。

磷酸化会改变cTnI的蛋白构象，并且会改变其与其他肌钙蛋白的相互作用。同时，磷酸化也会

影响部分抗体与cTnI的反应。例如单抗22B11，该抗体仅识别去磷酸化的cTnI抗原。因此该抗体可以在夹心免疫及蛋白免疫印迹平台中定量检测脱磷酸化cTnI。

肝素的影响

肝素作为抗凝剂被广泛应用于临床中。几乎所有疑似AMI患者在入院后的数分钟内均会接受肝素治疗。而且，临床采血也经常使用肝素抗凝剂采血管。肝素是一种负电荷分子，而cTnI的等电点约为9.9，在常规条件下会带有大量正电荷，易与肝素分子相互作用。我们的研究结果显示，由于部分抗体对肝素敏感，因此在检测含有肝素的样本时可能会造成检测结果的低估（19），图5所示。

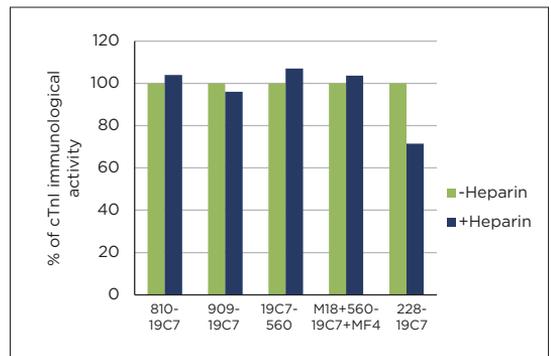


图5. 肝素敏感性。使用含有肝素（5IU/mL）和无肝素样本对不同抗体配对进行验证。天然肌钙蛋白I（50ng/mL）作为待测抗原。当使用单抗228时，若样本中有肝素存在则信号会出现显著下降，说明单抗228对肝素敏感。

自身抗体

在健康人群和心脏病患者体内均有发现cTnI自身抗体的存在（20-22）。自身抗体的存在会给

一些检测试剂带来负面影响。如果自身抗体的浓度很高，会导致检测结果被严重低估。

异嗜性抗体和HAMA影响

当人类长期与动物或动物来源的产品接触时，会产生异嗜性抗体。其中典型的有人抗鼠抗体（HAMA）、人抗兔抗体、人抗山羊抗体、人抗绵羊抗体、人抗牛抗体、人抗猪抗体、人抗大鼠抗体和人抗马抗体等。对于免疫诊断而言，影响最为普遍的莫过于HAMA，因为大多数的免疫学诊断试剂均使用了鼠单抗。

HAMA可能会对检测造成假阳或者假阴结果（23-24）。假阳结果会延误正确诊断，若误诊为性命攸关的疾病（如AMI）时，甚至会造成非必要入院（25）。

cTnI检测对于HAMA异常敏感，因为诊断的cut-off值非常低，即使是AMI患者，其血液cTnI浓度也很低。有研究显示，在疑似MI患者人群中，肌钙蛋白升高的病例中HAMA造成的假阳性概率为5.5%，在肌钙蛋白升高同时肌酸激酶正常的病例中，HAMA造成的假阳性概率为14%（26）。

解决HAMA效应的影响的有力工具是嵌合抗体或者完全人源化的抗体。目前我们部分cTnI单抗已经可以提供嵌合抗体（将鼠源抗体的恒定区替换为人源片段）。通过嵌合抗体RecChim19C7和RecChim16A11对HAMA血清进行测试可以发现，HAMA效应造成的影响可被有效封闭（图6）。

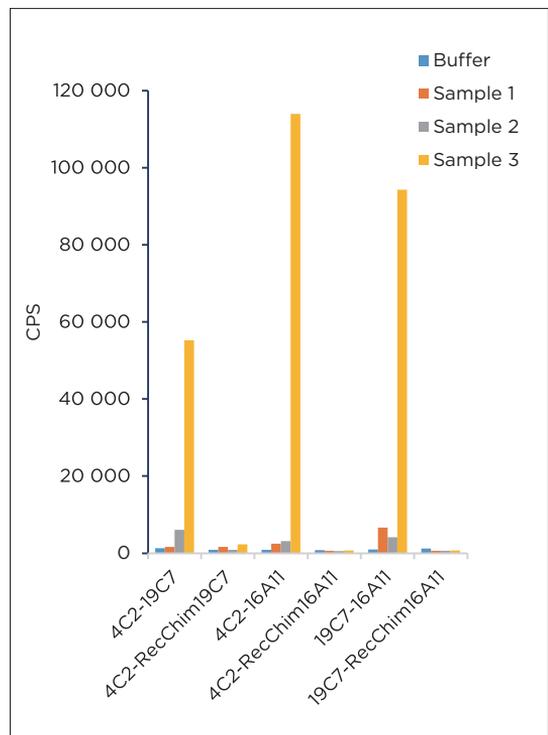


图6. 嵌合抗体解决HAMA效应。使用嵌合及天然抗体配对19C7-16A11对3例HAMA血清进行测试（HAMA浓度分别为807ng/mL、1388ng/mL和6220ng/mL），无血清BUFFER作为对照。抗体配对如图所示。

cTnI免疫检测分析系统的开发及推荐配对

针对cTnI免疫检测分析系统的开发，我们提供若干推荐配对，如表1所示。表中所有推荐配对均在我们内部夹心荧光免疫检测分析平台中通过上百种抗体组合精选而出。所有推荐配对均具有很好的反应性、低本底、高分析灵敏度和高可重复性。此外，所有推荐配对均通过了天然AMI患者血样验证，可以成功识别样本中天然的cTnI。我们的推荐也已在众多商品化超敏试剂盒中得到了认可。

值得一提的是，对于cTnI免疫检测分析系统的开发，不可能提供唯一的最佳配对。不同抗体在不同技术平台中表现不尽相同。例如，在ELISA上表现优异的抗体在磁微粒平台上也可以有上佳表现，但是在侧向层析平台中却差强人意；反之亦然。反应体系的最优化建立于所有体系成分变量的总和，包括抗体、平台、缓冲液、标记、孵育时间等等。

表1. cTnI夹心免疫定量分析检测系统的抗体配对推荐。

Assay type	Capture	Detection
1 + 1	19C7cc	16A11cc
	19C7cc	560cc
	625	19C7cc
	560cc	458
	4C2cc	19C7cc
2 + 1	19C7cc + MF4cc	7B9cc (specific to TnC)
2 + 2	916 + 560cc	19C7cc + MF4cc
	801 + 560cc	19C7cc + MF4cc
	909 + 560cc	19C7cc + MF4cc
	M18 + 560cc	19C7cc + MF4cc

多抗体组合形式

传统“1+1”抗体配对形式包含1株包被抗体和1株标记抗体的，在此基础上，我们还推荐多抗体组合形式。在这种形式中，可以使用2株甚至3株包被抗体，搭配1株或几株标记抗体。根据我们的经验，该方式可以更进一步地提高试剂的分析灵敏度。更重要的是，该方式可有助于降低cTnI翻译后修饰及干扰因子（如肝素等）对检测系统带来的负面影响。

我们推荐的所有配对均具有以下优点：

- 很高甚至极高的分析灵敏度；
- 与骨骼肌TnI无交叉反应；
- 能准确识别游离单体cTnI及复合物中的cTnI；
- 对cTnI分子部分片断的蛋白水解不敏感；
- 对于样本中的肝素不敏感或低敏感；
- 对cTnI磷酸化不敏感或低敏感；
- 对于样本中存在的自身抗体低敏感。

侧向层析平台的抗体配对建议

自20世纪80年代侧向层析平台出现以来，该技术平台已经被广泛应用于诊断领域。在层析平台中有上佳表现的抗体配对如表2所示。请注意，不排除存在其他更优的配对组合。

表2. cTnI侧向层析检测系统的抗体配对推荐。

Assay type	Capture	Detection		
1 + 1	20C6 (specific to cTn complex)	560cc		
	560cc	20C6		
	20C6	7B9cc (specific to TnC)		
	19C7cc	560cc		
Assay type	MAb1	MAb2	MAb3	
1 + 2 or 2 + 1	4C2cc	7B9cc	20C6	
	19C7cc	560cc	20C6	
	560cc	7B9cc	20C6	
	19C7cc	267	4T21/2	
	19C7cc	560cc	4T21/2	
Assay type	MAb1	MAb2	MAb3	MAb4
2 + 2	4C2cc	560cc	7B9cc	20C6

检测复合物形式的cTnI检测系统

包括HyTest科学家在内的很多专家已证实，cTnI在血液中主要的存在形式是cTnI-TnC的二元复合物形式（17,27,28）。游离的cTnI仅微量存在，或者无法检出（28）。因此，可使用识别cTn

复合物的抗体配对检测cTnI。

针对该配对类型，我们提供了两种概念模式。

在cTnI检测系统中使用TnC抗体

在检测系统中使用1株TnC特异性抗体和1株cTnI特异性抗体进行配对，如图7所示。TnC不会受到磷酸化影响，不易发生蛋白水解，对样本中的自身抗体和肝素也不敏感。这些特性均有助于提升检测系统的分析灵敏度、精密度和可重复性。我们提供两株TnC特异性抗体（货号4T27和4T27cc）。

在cTnI检测系统中使用cTn复合物抗体

在检测系统中使用1株cTn复合物特异性抗体和1株cTnI或TnC特异性抗体进行配对，如图8所示。我们提供两株cTn复合物特异性抗体（货号4TC2）。根据客户反馈，该模式已经在侧向层析平台中被广泛应用。

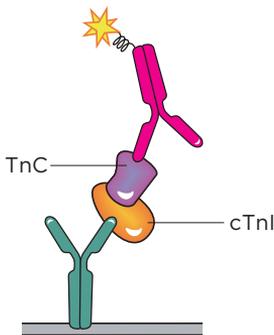


图7. 使用TnC抗体开发cTnI检测系统的原理图。在该模式中，捕获抗体为TnI抗体（绿色），检测抗体为TnC抗体（粉色）。

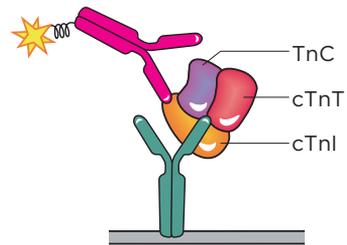


图8. 使用TnC抗体开发cTnI检测系统的原理图。在该模式中，捕获抗体为cTn复合物抗体（绿色），检测抗体为cTnI抗体（粉色）。

血液cTnI的异质性与检测标准化

由于人体血液中cTnI的异质性以及不同试剂厂商所使用的抗体的特异性抗原表位不同，导致了不同试剂之间检测结果的巨大差异。在第一代肌钙蛋白试剂中，不同试剂之间结果的差异可超过1000倍。近年来，通过国际各组织、科学家、临床医师、试剂生产厂商等多方的共同努力，结果的一致性已经得到了显著改善。然而cTnI检测的标准化至今仍未实现。

推进cTnI检测标准化的举措：

- 引入了cTnI国际参考品SRM 2921。该物质由NIST制备，原料由HyTest提供；
- 不同试剂厂商所使用的抗体配对在逐渐“标准化”。

现阶段市场上主要的试剂厂商所使用的抗体特异性抗原表位分布情况如图9所示。大部分厂商所使用的抗体的抗原表位主要集中在cTnI分子的三个区域，分别是23-43、41-56和83-93。HyTest提供的识别这三个特异性抗原表位的抗体见图1。

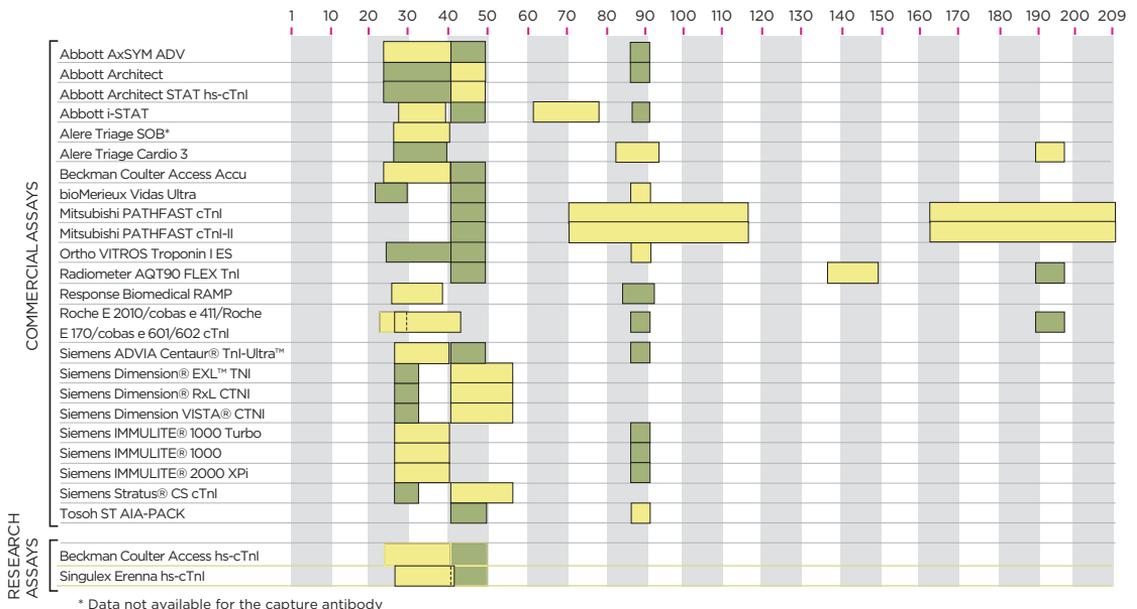


图9. 不同商品化cTnI试剂所使用的抗体的抗原表位分布情况。绿色和黄色条形分别代表了捕获抗体和检测抗体。该图基于IFCC公布的信息：www.ifcc.org (Troponin assay analytical characteristics, version October 2013)并得到印刷授权。

蛋白免疫印迹平台中可用于cTnI分子及片段检测的抗体

我们提供的所有cTnI单抗均可以在WB平台中识别cTnI（或包含特定抗体识别位点的cTnI分子片段）。为了改善WB检测的灵敏度，我们推荐使用以下单抗：19C7、16A11或MF4。

可用于检测不同动物种属cTnI的抗体

新药开发以及新型外科手术方式评估常常需要动物实验。新药疗效及新型手术对于心脏功能和心肌细胞的影响至关重要，该效果可以通过测定动物血液cTnI进行评估。

我们提供的若干cTnI单抗可以在WB平台中对不同动物种属的cTnI进行检测，如表3所示。此

外，我们也精选了一些可以用于夹心免疫检测动物cTnI的抗体。根据我们的研究数据，图表列举的抗体配对可以用于开发不同动物的cTnI免疫检测分析系统。其中M155-19C7的校准曲线如图10所示。

表3. WB平台中，不同cTnI单抗与不同动物种属的cTnI抗原的交叉反应性。

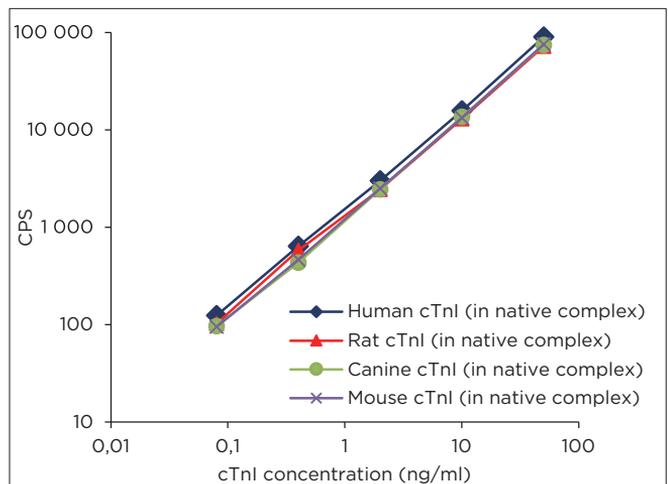
MAb	Human	Bovine	Porcine	Goat	Canine	Rabbit	Cat	Rat	Mouse	Fish
4C2	++	++	++	++	++	++	+	++	++	-
19C7	++	++	+	++	+	++	++	++	+	++
8E10	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
16A11	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
C5	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
MF4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-
22B11	++	-	+	-	-	-	-	-	-	-
247	++	++	++	++	++	+	++	++	++	N/A
10F4	++	++	++	++	++	++	++	++	+	N/A

表4. 用于开发不同动物种属的cTnI免疫检测的抗体配对。

		Detecting MAb														
		19C7					M155					MF4				
		B	C	M	R	Rb	B	C	M	R	Rb	B	C	M	R	
Coating MAb	9F6			•	•	•										
	4C2		•	•	•	•										•
	801			•												
	M155	•	•	•	•	•										
	19C7											•	•	•	•	
	625	•	•	•	•	•										
	MF4			•			•	•	•	•	•					

B : 牛, C : 犬, M : 小鼠, R : 大鼠, Rb : 兔子

图10. 人、小鼠、大鼠和狗肌钙蛋白复合物的校准曲线。M155作为捕获抗体，19C7作为检测抗体。该抗体配对可以等效识别不同种属的肌钙蛋白复合物抗原。



心肌肌钙蛋白I和肌钙蛋白复合物

HyTest的科学家已经致力于cTnI研究20余年之久，这使得我们对于不同形式的肌钙蛋白的开发生产及纯化有了深刻的见解。

天然人心肌肌钙蛋白I

我们提供的cTnI抗原（货号8T53）由人心肌组织经过免疫层析和离子交换层析纯化而得。纯化后的cTnI含有少量（< 5%）的cTnI水解片段，这些片段有也仍然具有cTnI免疫活性。通过免疫学及质谱分析发现，该天然抗原的N端丙氨酸被乙酰化。同时，产品为磷酸化和脱磷酸化cTnI的混合物。

SDS-PAGE结果显示，纯化的cTnI为明显的单一条带，分子量为29KDa左右（图11）。

同时，我们还提供完全磷酸化和脱磷酸化的cTnI抗原（货号分别为8T53ph和8T53dp）。

重组人心肌肌钙蛋白I

我们提供的重组cTnI抗原（货号8RT17）由TNNI3基因经大肠杆菌表达系统表达。该抗原的N端含有一个额外的甲硫氨酸（与大肠杆菌表达系统有关），同时该抗原的23和24位丝氨酸残基非磷酸化。SDS-PAGE结果显示，该抗原为明显的单一条带，分子量为29KDa左右（图11）。该高度纯化的重组抗原可以作为试剂的校准品、抗血清产品的免疫原以及cTnI质量标准物。

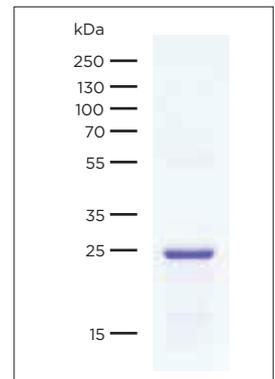


图11. 天然cTnI。1 μ g 纯化人天然cTnI抗原（货号8T53）的10-20%还原性SDS-PAGE电泳结果。

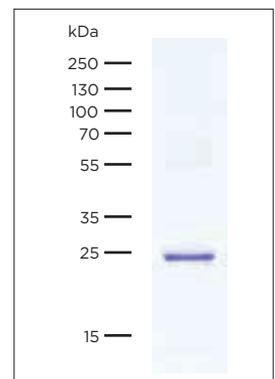


图12. 重组cTnI。1 μ g 纯化cTnI抗原（货号8RT17）的10-20%还原性SDS-PAGE电泳结果。

人心肌肌钙蛋白复合物 (I-C和I-T-C)

在肌钙蛋白复合物中，肌钙蛋白亚基之间通过非共价的方式结合在一起。其中，cTnI与TnC的结合最强，该结合方式具有钙离子依赖性。检测EDTA血清样本时，应注意这一点。

游离形式的cTnI极不稳定，而I-C和I-T-C复合物中的cTnI则稳定很多。因此，I-C和I-T-C复合物更适合作为校准品和蛋白标准物质的原料(17)。I-T-C复合物中的cTnI与游离cTnI在4 的稳定性情况如图13所示。

我们提供的天然纯化肌钙蛋白复合物和AMI患者血液中检出的复合物形式相同。该产品的纯化基于无尿素的温和型缓冲液。同时，我们还对复合物中三种肌钙蛋白亚基的浓度进行精确测定。SDS-PAGE结果如图14所示，该复合物呈现三条条带，分别对应cTnT、cTnI和TnC，分子量分别为39、29和18kDa。

纯化的天然肌钙蛋白复合物的优势：

- 与AMI患者样本中的形式一致；
- 稳定的三元结构；
- 稳定的抗体结合位点；
- cTnI高稳定性；
- cTnI校准品和标准品制备的理想选择。

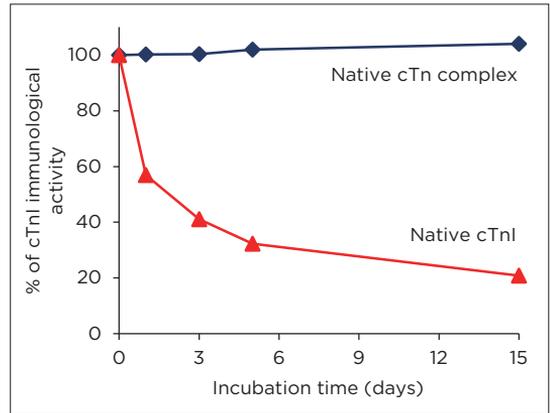


图13. 不同形式的纯化cTnI的稳定性比较。天然纯化的肌钙蛋白复合物(货号8T62)和游离cTnI(货号8T53)分别添加、溶解于正常人血清中(终浓度为30ng/mL)，并于4 孵育数天。在图中每个标识孵育时间节点，均会对两种cTnI的免疫活性进行测定。结果显示，血清中复合物形式的cTnI可以保持很好的稳定性，而游离cTnI的活性则下降明显。

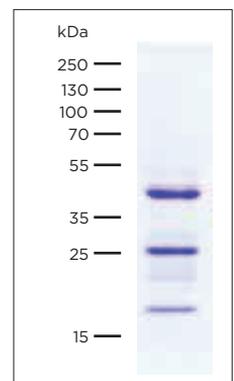


图14. 天然肌钙蛋白复合物。
1 μ g 纯化肌钙蛋白复合物抗原(货号8T62)的10-20%还原性SDS-PAGE电泳结果。



2004年，HyTest的肌钙蛋白I-T-C三元复合物被AACC标准化委员会选为参考物质以服务于cTnI试剂生产厂商。经认证的标准参考物质SRM 2921仅由NIST提供。更多信息请访问www.nist.gov。

心肌肌钙蛋白T (cTnT)

人类cTnT由TNNT2基因编码。目前已经鉴定的cTnT有十种亚型，这是由于mRNA转录过程中选择性剪接的结果。其中一些亚型在胚胎心脏发育期比较典型；而另外一些亚型则出现于成人心肌组织中；此外，还有一些亚型与心脏病理学相关。亚型6或TnT3是正常成人心脏组织中的最主要的cTnT亚型，由287个氨基酸残基组成，分子量约为34.5KDa。

cTnT具有和cTnI类似的释放动力学及相同的灵敏度，也已经被广泛用于心肌损伤的诊断。

我们提供若干株单抗，可用于开发诊断或科研用途的cTnT免疫检测分析系统，详情请参考图15。

用于开发超敏cTnT免疫检测分析系统的单克隆抗体

我们提供的体外生产的cTnT单抗（货号4T19cc）可用于开发超敏（LoD < 0.3ng/L）及高度特异（与cTnI无交叉反应或与骨骼肌TnT交叉反应最高为30µg/mL）的cTnT免疫检测分析系统。

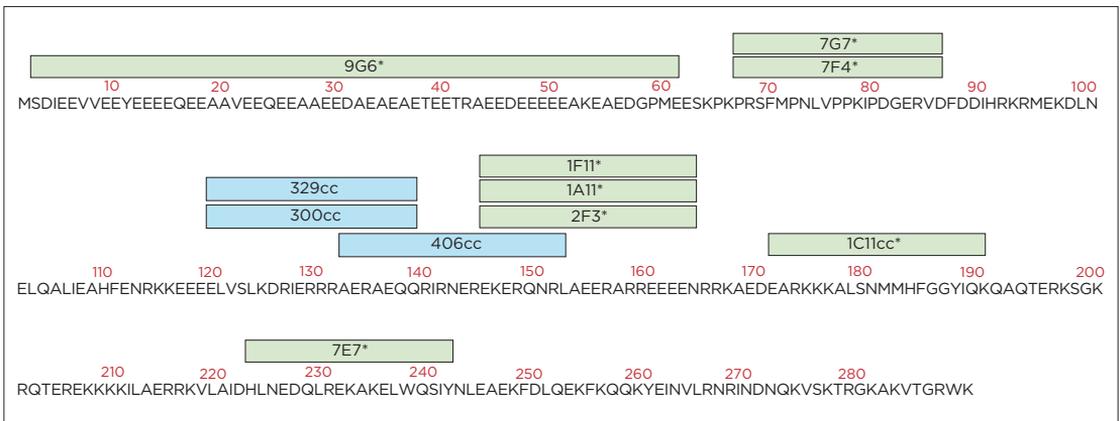


图15. cTnT单抗的抗原表位分布图。我们提供若干株可以用于开发诊断或科研用（后者以*号标识）cTnT免疫检测分析系统的单抗。

我们用超过80例AMI患者血清和血浆样本对抗体配对329cc-406cc和406cc-300cc进行了验证。结果显示，该两组配对均与商品化cTnT试剂盒存在良好的相关性。其中38例的血清样本测

试比对结果如图16所示。请注意本技术手册里的结果来源于体内生产的单抗。体外生产的抗体应与体内生产的抗体具有相似的性能。

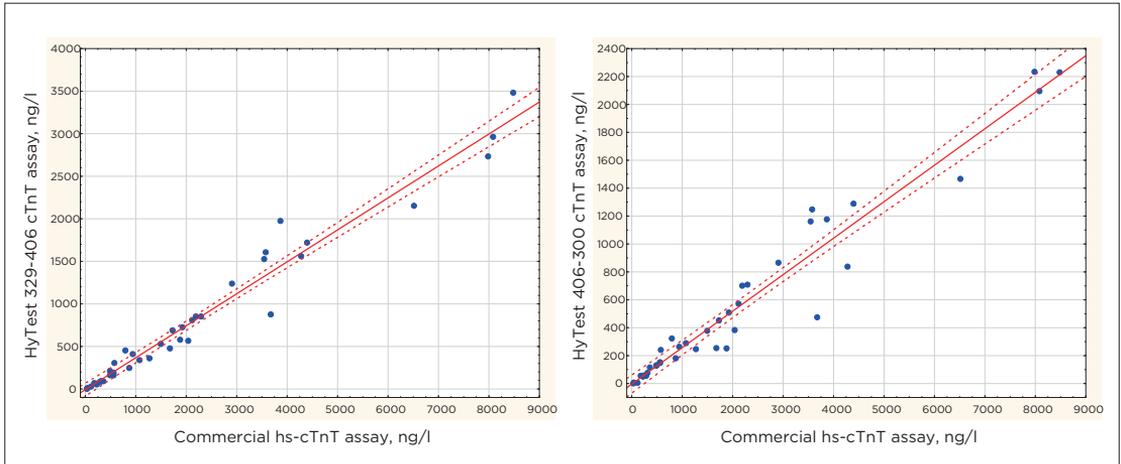


图16. HyTest推荐的抗体配对建立的内部免疫检测系统与商品化试剂盒之间存在良好的相关性。基于抗体配对329-406和406-300的HyTest内部免疫检测分析系统与商业化试剂盒38例血清样本的相关性比对结果。

科研用途的抗体

我们提供若干株可以用于科研领域的cTnT抗体，这些抗体与其他动物种属的cTnT存在交叉反应（表5）。

表5. 在WB平台中，cTnT单抗与其他动物种属cTnT抗原的交叉反应情况

MAb	Human	Bovine	Porcine	Goat	Canine	Rabbit	Cat	Rat	Mouse	Fish
7F4	++	N/A	++	N/A	-	-	-	N/A	N/A	-
1F2	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+
7G7	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2F3	++	+	++	++	+	+	+	+	+	+
1A11	++	++	++	++	+	+	+	+	++	+
2G3	++	+	+	+	+	+	+	+	+	-
1F11	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
7A9	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-

天然人cTnI

HyTest提供的人cTnI（货号8T13）由人心肌组织经免疫亲和层析和离子交换层析纯化而得。SDS-PAGE结果显示，纯化的cTnI为明显的单一条带，分子量为39KDa左右（图17）。

重组人cTnI

cTnI第6亚型（文献中叫TnT3）是正常成人心肌组织中主要的cTnI亚型。

我们提供的重组人全长cTnI抗原（货号8RTT5）由大肠杆菌表达，是含有288个氨基酸残基的TnT3。该蛋白的N末端含有一个额外的甲硫氨酸残基。SDS-PAGE结果显示，重组的cTnI为明显的单一条带，分子量为39KDa左右（图18）。

重组人快型骨骼肌TnI和慢型骨骼肌TnI

我们提供重组的人慢型骨骼肌TnI（货号8RST2）和快型骨骼肌TnI（8RFT4）是cTnI免疫检测分析系统交叉反应验证的理想选择。

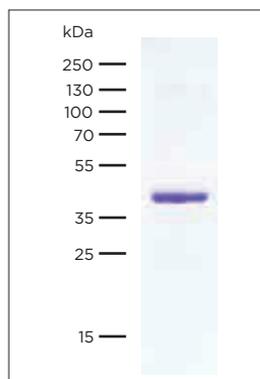


图17. 天然cTnI。1 μ g 纯化人天然cTnI抗原（货号8T13）的10-20%还原性SDS-PAGE电泳结果。

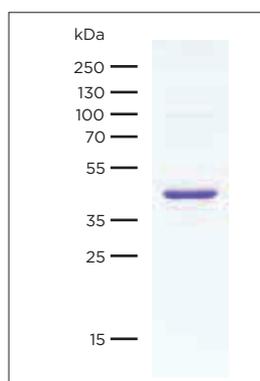


图18. 重组cTnI。1 μ g 重组人cTnI抗原（货号8RTT5）的10-20%还原性SDS-PAGE电泳结果。

肌钙蛋白C（TnC）

在人类肌肉组织中，存在两种形式的TnC，一种在慢型骨骼肌和心肌中存在，而另一种为快型骨骼肌型。心肌中的TnC由161个氨基酸残基组成，分子量约为18.4KDa，理论等电点为4.05。

TnC与TnI高度亲和并组成复合物，该复合物是AMI患者血液中最主要的cTnI存在形式。TnC的存在对cTnI起到保护作用，可防止cTnI被蛋白酶

截断。因此，TnC可作为水性溶液中cTnI强有力的稳定剂。

源于心肌组织的天然人TnC

HyTest提供的人TnC（货号8T57）由人心肌组织经免疫亲和层析和离子交换层析纯化而得。SDS-PAGE结果显示，纯化的cTnC为明显的单一条带，分子量为18KDa左右。

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; *Clin Chem*. 1995, 41(12): 1710-1715.
- 3) **Jaffe, AS et al.** Diseased skeletal muscle. A noncardiac source of increased circulating concentrations of cardiac troponin T; *J Am Coll Cardiol*. 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) **Sandoval, Y and Thygesen, K.** Myocardial Infarction Type 2 and Myocardial Injury. *Clin Chem*. 2017, 63(1):101-107.
- 9) **Cullen, L et al.** Early rule-out and rule-in strategies for myocardial infarction. *Clin Chem*. 2017, 63(1): 129-139.
- 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, T 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) **Apple, FS et al.,** on behalf of the IFCC Task Force 4 on Clinical Applications of Cardiac Bio-Markers. IFCC educational materials on selected analytical and clinical applications of high-sensitivity cardiac troponin assays. *Clin Biochem*. 2015, 48:201-203.
- 13) **Sandoval, Y et al.** Diagnosis of type 1 and type 2 myocardial infarction using a high-sensitivity cardiac troponin I assay with gender-specific 99th percentiles based on the Third Universal Definition of Myocardial Infarction classification system. *Clin Chem*. 2015, 61:657-663
- 14) **Sandoval, Y et al.** Present and future of high sensitivity cardiac troponin in clinical practice: a paradigm shift to high sensitivity assays. *Amer J Med*. 2016, 129:354-365.
- 15) **Apple, FS et al.,** for the IFCC Task Force on Clinical Applications of Cardiac Bio-Markers. Cardiac troponin assays: guide to understanding analytical characteristics and their impact on clinical care, *Clin Chem*. 2017, 63(1):73-81.
- 16) Prof. Fred S. Apple, personal communication.
- 17) **Katrukha, AG et al.** Degradation of cardiac troponin I: implication for reliable immunodetection. *Clin Chem*. 1998, 44(12): 2433-2440.
- 18) **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.
- 19) **Katrukha, AG et al.** Biochemical factors influencing measurement of cardiac troponin I in serum. *Clin Chem Lab Med*. 1999, 37(11-12): 1091-1095.
- 20) **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.
- 21) **Eriksson, S et al.** Autoantibodies against cardiac troponins. *N Engl J Med*. 2005, 352(1): 98-100.
- 22) **Eriksson, S et al.** Negative interference in cardiac troponin I immunoassays by circulating troponin autoantibodies. *Clin Chem*. 2005, 51(5): 839-847.
- 23) **Rahman, A and Broadley, SA.** Review article: Elevated troponin: diagnostic gold or fool's gold? *Emerg Med Australas*. 2014, 26:125-130.
- 24) **Morton, A.** When lab tests lie...heterophile antibodies. *Aust Fam Physician* 2014, 43, 391-393.
- 25) **Zaidi, A and Cowell, R.** False positive cardiac troponin elevation due to heterophile antibodies - more common than we recognise. *BMJ Case Reports*, 2010, Jul.
- 26) **Fleming, SM et al.** False-positive cardiac troponin I in a routine clinical population. *Am J Cardiol*. 2002, 89, 1212-1225.
- 27) **Wu, AHB.** Analytical issues for clinical use of cardiac troponin. *Cardiovascular biomarkers*. Editor: Morrow DA. Totowa (NJ): Humana Press; 2006. P 27-41. 15.
- 28) **Bates, KJ et al.** Circulating immunoreactive cardiac troponin forms determined by gel filtration chromatography after acute myocardial infarction. *Clin Chem*. 2010, 56:952-958.

HyTest科学家发表的肌钙蛋白精选文章

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。

Vylegzhanina AV, Kogan AE, Katrukha IA, Antipova OV, Kara AN, Bereznikova AV, Koshkina EV, Katrukha AG. **Anti-Cardiac Troponin Autoantibodies Are Specific to the Conformational Epitopes Formed by Cardi-**

ac Troponin I and Troponin T in the Ternary Troponin Complex. Clin. Chem. 2017, 63(1), 343-350

在该研究中，我们对自身抗体的抗原表位进行了研究。自身抗体会对目前商品化试剂盒的抗体检测能力造成影响。我们的数据显示，自身抗体的抗原表位为 TnI-T-C 复合物的构象表位，而在 TnI-C 和游离 cTnI 上则不存在该抗原表位。在 AMI 早期，TnI-T-C 是 cTnI 的主要存在形式之一。这提示，如果患者血液中含有自身抗体，那么在 AMI 发作的早期肌钙蛋白测试浓度很有可能会低于真实浓度，从而增加了患者风险。

Katrukha IA, Kogan AE, Vylegzhanina AV, Serebryakova MV, Koshkina EV, Bereznikova AV, Katrukha AG. **Thrombin-Mediated Degradation of Human Cardiac Troponin T.** Clin Chem. 2017, 63(6):1094-1100.

在该研究中，我们更深入地研究了 cTnT 的蛋白水解情况。结果显示，在血清样本制备过程中由于，凝血级联反应中的溶血酶会将 cTnT 截断为 29KDa 的片段。

专利

HyTest 是肌钙蛋白 I 检测方法学和试剂盒专利的拥有者，专利号为：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	亚型	备注
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
		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, 仅识别游离cTnI
		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TnI的交叉反应率<10 %
		581	IgG1	EIA, WB, a.a.r. 143-152
		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TnI的交叉反应率<10 %
		267	IgG2a	EIA, WB, a.a.r. 169-178, 与骨骼肌TnI的交叉反应率<10 %
		C5	IgG2b	EIA, WB, a.a.r. 186-192, 与骨骼肌TnI的交叉反应率>50 %
		MF4	IgG1	EIA, WB, a.a.r. 190-196
p45-10	IgG1	EIA, WB, a.a.r. 195-209		
心肌肌钙蛋白, 体外培养	4T21cc	4C2cc	IgG2a	EIA, WB, a.a.r. 23-29
		M155cc	IgG1	EIA, WB, a.a.r. 26-35
		19C7cc	IgG2b	EIA, WB, a.a.r. 41-49
		560cc	IgG1	EIA, WB, a.a.r. 83-93
		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嵌合抗体	RC4T21	RecChim19C7	IgG1	EIA
		RecChim16A11	IgG1	EIA
磷酸化心肌肌钙蛋白I	4T45	1G11	IgG2b	EIA, WB, a.a.r. N/A
脱磷酸化心肌肌钙蛋白I	4T46	22B11	IgG2b	EIA, WB, a.a.r. 20-24
人天然心肌肌钙蛋白复合物	4TC2	20C6	IgG2b	EIA
		Tcom8	IgG1	EIA
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

人类抗原

产品名称	货号	纯度	来源
心肌肌钙蛋白I, 人	8T53	>98%	人心肌组织
心肌肌钙蛋白I, 人, 重组	8RT17	>95%	重组
心肌肌钙蛋白I, 脱磷酸化	8T53dp	>95%	人心肌组织
心肌肌钙蛋白I, 磷酸化	8T53ph	>95%	人心肌组织
肌钙蛋白复合物 (I-C)	8IC63	N/A	人心肌组织
肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人	8T62	N/A	人心肌组织
肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人工	8T62a	N/A	人心肌组织
心肌肌钙蛋白I校准品	8T60	N/A	提示浓度范围: 0-100 ng/ml
多形式心肌肌钙蛋白I试剂盒	K01	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%	人骨骼肌组织

动物抗原

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

基质

产品名称	货号	来源
去肌钙蛋白血清	8TFS	混合正常人血清

肌钙蛋白T (TnT)

单克隆抗体

产品名称	货号	单抗	亚型	备注
心肌肌钙蛋白T	4T19	9G6	9G6	EIA, WB, a.a.r. 2-61
		7F4	7F4	EIA, WB, a.a.r. 67-86
		7G7	7G7	EIA, WB, a.a.r. 67-86
		2F3	2F3	EIA, WB, a.a.r. 145-164
		1A11	1A11	EIA, WB, a.a.r. 145-164
		1F11	1F11	EIA, WB, a.a.r. 145-164
		1C11	1C11	EIA, WB, a.a.r. 171-190
		7E7	7E7	EIA, WB, a.a.r. 223-242
心肌肌钙蛋白T, 体外生产	4T19cc	1C11cc	1C11cc	EIA, WB, a.a.r. 171-190
		300cc	300cc	EIA, a.a.r. 119-138
		329cc	329cc	EIA, a.a.r. 119-138
		406cc	406cc	EIA, a.a.r. 132-152

人类抗原

产品名称	货号	纯度	来源
心肌肌钙蛋白T, 人	8T13	>98%	人心肌组织
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%	人骨骼肌组织
快型骨骼肌肌钙蛋白T	8RFT4	>95%	重组
慢型骨骼肌肌钙蛋白T	8RST2	>95%	重组
肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人	8T62	N/A	人心肌组织
肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人工	8T62a	N/A	人心肌组织

动物抗原

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

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

肌钙蛋白C (TnC)

单克隆抗体

产品名称	货号	单抗	亚型	备注
肌钙蛋白C	4T27	1A2	IgG1	EIA, WB
		7B9	IgG2b	EIA, WB
肌钙蛋白C, 体外生产	4T27cc	7B9cc	IgG1	EIA, WB
人天然心肌肌钙蛋白复合物	4TC2	20C6	IgG2b	EIA
		Tcom8	IgG1	EIA

人类抗原

产品名称	货号	纯度	来源
肌钙蛋白C, 人	8T57	>98%	人心肌组织
慢型骨骼肌/心肌肌钙蛋白C, 人, 重组	8RSC4	>95%	重组
骨骼肌亚型2肌钙蛋白C, 人, 重组	8RKC3	>90%	重组
肌钙蛋白复合物 (I-C),	8IC63	N/A	人心肌组织
肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人	8T62	N/A	人心肌组织
肌钙蛋白复合物 (I-T-C), 人工	8T62a	N/A	人心肌组织

动物抗原

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

Together. Today and Tomorrow.

www.hytest.fi
www.hytestchina.com



海肽生物科技（上海）有限公司
上海市张江高科技园区张东路1158号2幢102室
电话：021-6837 0018
Email：hytestchina@hytest.fi