

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD623183>



Multiparametric magnetic resonance imaging and magnetic resonance imaging fusion-guided biopsy for the diagnosis of prostate cancer: current status

Valentina Testini^{1,2}, Laura Eusebi³, Francesco Saverio Guerra¹, Willy Giannubilo⁴, Manuel Di Biase⁵, Annunziata Russo², Giuseppe Guglielmi^{1,2,6}

¹ Foggia University, Foggia, Italy;

² Monsignor Raffaele Dimiccoli, Barletta, Italy;

³ Carlo Urbani Hospital, Jesi, Italy;

⁴ Ospedale Civile, Civitanova Marche, Italy;

⁵ Santa Maria della Misericordia Hospital, Perugia, Italy;

⁶ Casa Sollievo della Sofferenza Hospital, Foggia, Italy

ABSTRACT

This review explains the role of multiparametric magnetic resonance imaging, particularly in prostate biopsy, in the detection of prostate cancer. The use of multiparametric magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer has also allowed its use in magnetic resonance imaging-guided biopsies, which according to many studies present high sensitivity and specificity in early diagnosis and staging, in patients with persistently high prostate-specific antigen levels despite previous negative prostate biopsies, and in the follow-up of patients under active surveillance.

To perform a targeted prostate biopsy, three types of magnetic resonance imaging guidance are available: cognitive fusion, direct magnetic resonance imaging-guided biopsy performed within a tomograph (in-bore biopsies), and software coregistration of stored magnetic resonance images with real-time ultrasound using a fusion device, with multiparametric magnetic resonance imaging findings digitally overlaid on real-time transrectal ultrasound images for targeted biopsy.

Each method has its advantages and disadvantages. Magnetic resonance imaging-targeted biopsy improves the quality of histological results compared with other approaches, with approximately 90% correct detection of significant index lesions. Correct staging allows the selection of the best therapeutic options, adequate evaluation of the prognosis, and reduction of the incidence of new biopsies and complications. The current objective is to make magnetic resonance imaging-guided biopsy increasingly available and standardize the technique to minimize inter-operator variability depending on the available system.

Keywords: multiparametric magnetic resonance imaging; prostate cancer; fusion biopsy; targeted biopsy.

To cite this article:

Testini V, Eusebi L, Guerra FS, Giannubilo W, Di Biase M, Russo A, Guglielmi G. Multiparametric magnetic resonance imaging and magnetic resonance imaging fusion-guided biopsy for the diagnosis of prostate cancer: current status. *Digital Diagnostics*. 2024;5(2):283–302. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD623183>

Submitted: 10.11.2023

Accepted: 27.12.2023

Published online: 05.07.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD623183>

Возможности мультипараметрической магнитно-резонансной томографии при проведении фьюжн-биопсии под её контролем в диагностике рака предстательной железы: текущий статус

V. Testini^{1,2}, L. Eusebi³, F.S. Guerra¹, W. Giannubilo⁴, M. Di Biase⁵, A. Russo², G. Guglielmi^{1,2,6}¹ Университет Фоджи, Фоджа, Италия;² Monsignor Raffaele Dimiccoli Hospital, Барлетта, Италия;³ Carlo Urbani Hospital, Ези, Италия;⁴ Ospedale Civile, Чивитанова-Марке, Италия;⁵ Santa Maria della Misericordia Hospital, Перуджа, Италия;⁶ Casa Sollievo della Sofferenza Hospital, Фоджа, Италия

АННОТАЦИЯ

В данном обзоре освещается роль мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в выявлении рака предстательной железы, в частности — при биопсии простаты. Использование мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в диагностике рака простаты позволяет также применять её для биопсии. Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография, по данным многих исследований, обладает высокой чувствительностью и специфичностью в ранней диагностике и стадировании у пациентов с сохраняющимся высоким уровнем простатспецифического антигена, несмотря на предыдущие отрицательные биопсии простаты, а также при ведении пациентов, находящихся под активным наблюдением.

Для проведения прицельной биопсии простаты существует три типа наведения: когнитивная фьюжн-биопсия; прямая биопсия, направляемая магнитно-резонансной томографией и выполняемая внутри томографа (in-bore); программная корегистрация снимков предоперационной магнитно-резонансной томографии с интраоперационным ультразвуковым исследованием с помощью фьюжн-устройства. При этом при проведении прицельной биопсии результаты мультипараметрической магнитно-резонансной томографии накладываются в цифровом виде на изображения трансректального ультразвукового исследования в реальном времени.

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки. Прицельная биопсия с помощью магнитно-резонансной томографии улучшает качество гистологических результатов по сравнению с другими подходами, выявляя значимые индексные поражения с точностью до 90%. Правильное стадирование позволяет выбрать оптимальные варианты лечения, адекватно оценить прогноз, снизить частоту новых биопсий и осложнений. В настоящее время главная задача состоит в том, чтобы сделать биопсию в сочетании с магнитно-резонансной томографией более доступной и стандартизировать технику проведения процедуры, что позволит минимизировать межоператорскую вариабельность в зависимости от используемой системы.

Ключевые слова: мультипараметрическая магнитно-резонансная томография; рак предстательной железы; фьюжн-биопсия; прицельная биопсия.

Как цитировать:

Testini V., Eusebi L., Guerra F.S., Giannubilo W., Di Biase M., Russo A., Guglielmi G. Возможности мультипараметрической магнитно-резонансной томографии при проведении фьюжн-биопсии под её контролем в диагностике рака предстательной железы: текущий статус // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № 2. С. 283–302. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD623183>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD623183>

融合引导活检在前列腺癌诊断中的多参数磁共振成像功能：现状

Valentina Testini^{1,2}, Laura Eusebi³, Francesco Saverio Guerra¹, Willy Giannubilo⁴, Manuel Di Biase⁵, Annunziata Russo², Giuseppe Guglielmi^{1,2,6}

¹ Foggia University, Foggia, Italy;

² Monsignor Raffaele Dimiccoli, Barletta, Italy;

³ Carlo Urbani Hospital, Jesi, Italy;

⁴ Ospedale Civile, Civitanova Marche, Italy;

⁵ Santa Maria della Misericordia Hospital, Perugia, Italy;

⁶ Casa Sollievo della Sofferenza Hospital, Foggia, Italy

摘要

本综述强调了多参数磁共振成像在前列腺癌检测中的作用，特别是在前列腺活检中的作用。多参数磁共振成像技术在前列腺癌诊断中的应用也可用于活检。许多研究报告称，多参数磁共振成像在前列腺活检阴性但前列腺特异性抗原水平持续偏高的患者的早期诊断和分期方面具有很高的灵敏度和特异性，在主动监测患者的管理方面也是如此。

前列腺靶向活检有三种引导方式：认知融合引导活检；由磁共振成像引导并在计算机断层扫描仪内（in-bore）进行的直接活检；以及使用融合设备对术前磁共振成像图像和术中超声检查进行的软件联合注册。在这种靶向活检中，多参数磁共振成像结果以数字方式叠加在实时经直肠超声图像上。

每种方法都有其优缺点。与其他方法相比，利用磁共振成像进行靶向活检可提高组织学结果的质量，检测重要指标病变的准确率高达 90%。正确的分期可以选择最佳治疗方案，充分评估预后，减少新的活检和并发症的发生。目前的主要任务是使活检与磁共振成像相结合的应用更加广泛，并使手术技术标准化，以最大限度地减少因所使用的系统不同而造成的操作者之间的差异。

关键词：多参数磁共振成像；前列腺癌；融合引导活检；靶向活检。

引用本文：

Testini V, Eusebi L, Guerra FS, Giannubilo W, Di Biase M, Russo A, Guglielmi G. 融合引导活检在前列腺癌诊断中的多参数磁共振成像功能：现状. *Digital Diagnostics*. 2024;5(2):283–302. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD623183>

收到：10.11.2023

接受：27.12.2023

发布日期：05.07.2024

引言

在西方国家，前列腺癌（PCa）是男性最常见的非皮肤肿瘤[1]。根据欧洲泌尿学协会（EAU）的建议，前列腺活检是诊断前列腺癌的金标准。

最常用的诊断方法是随机12点活检（非四周），即仅在腺体外周区域采集12个样本[2]。这种技术有以下局限性：

- 取样不足：相对于前列腺体积，样本数量不足；
- 取样过多：样本数量过多，检测到不重要的微病灶；
- 灵敏度低：高估了对不重要肿瘤的诊断；
- 特异性低：低估了诊断结果，未能诊断出有临床意义的癌症肿瘤；
- 与操作者技能有关的误差[3]。

针对低风险肿瘤的主动监测（AS）和微创靶向手术是新的治疗趋势，这就要求对前列腺进行更精确的检查，从而需要改进活检技术。

目前，建议50–69岁血清前列腺特异性抗原（PSA）水平较高（ >3 ng/ml）或数字直肠检查结果异常（结节、增厚和不对称）的男性进行前列腺活检。在第一轮活检结果呈阴性后，如果仍怀疑患有前列腺癌，则应增加活检次数（即进行饱和活检），并采集过渡区样本[4]。

自1983年首次使用以来，磁共振成像因其可用性以及结合解剖和功能数据的多参数成像而被广泛用于前列腺癌的诊断[5, 6]。

2012年，欧洲泌尿生殖放射学会发布了前列腺磁共振成像检查的专家共识指南（Pi-RADS）[7]。此后，Pi-RADS评分经过外部评估，被认为可以更准确地检测前列腺癌[8]。

2019年，Pi-RADS指导委员会发布了更新的建议，描述了评估类别和技术参数[9]。

鉴于这些假设，多参数磁共振成像（mpMRI）不仅在前列腺癌诊断中发挥着至关重要的作用，在活检中也是正确分期和评估肿瘤扩散（Gleason评分）的工具。

目前的目标是使磁共振成像引导下的活组织检查更容易进行，从而最大限度地减少因所使用的系统不同而造成的操作者之间的差异。

在前列腺活检中使用磁共振成像的方法

用于靶向活检（TB）的磁共振成像引导有三种类型。

1. 认知性 FUSION 活检（融合活检）。操作者在经直肠超声（TRUS）引导下，在 mpMRI 观察到的前列腺病变区域进行可视化活检。
2. 在 CT 管内直接进行磁共振成像引导活检（“in-bore biopsy”）。这种方法在识别前列腺中感兴趣的区域时具有足够的准确性，但由于整个过程在 CT 扫描仪内进行，因此不切实际、耗时且成本高昂[10]。

3. 使用融合设备对术前核磁共振图像和术中实时超声波图像进行软件联合注册。在此过程中，数字存储的 mpMRI 结果与实时经直肠超声图像进行数字叠加，以进行靶向活检。此过程可使用弹性图像叠加系统 - Urostation（法国 Koelis 公司）、Artemis（美国 Eigen Health 公司）或刚性图像叠加系统 - Uronav（荷兰飞利浦公司）、BiopSee（德国 MedCom 公司）。每种方法都有自己的优缺点。

尽管不同研究中检测惰性疾病的敏感性存在显著差异，但大多数研究表明，磁共振成像/超声波融合活检（认知或硬件）的灵敏度在80%到95%之间[11]。

核磁共振成像/超声波融合活检的主要临床适应症是，尽管之前的前列腺活检结果为阴性，但血清前列腺特异性抗原水平持续偏高，以及对接受主动监测检查的患者进行监测[12]。

认知融合活检

认知融合活检快速简便，除了一台核磁共振成像仪和一台标准的经直肠超声机器外，无需其他设备。

核磁共振成像和经直肠超声图像通过认知匹配进行重叠，这可以通过打印文件或在经直肠超声室平台旁的工作站屏幕上显示核磁共振成像来实现[13]。认知图像匹配基于超声医师在磁共振成像上成像病变后通过可视化其在前列腺中的位置来定位感兴趣区域的能力[12]。

认知匹配的优势在于快速和简单。医生根据核磁共振成像显示的病变位置，从病变部位取样。这种活检不需要经直肠超声引导活检所需的特殊设备，并且超声操作者不需要额外的培训[14]。

然而，认知融合活检的一个缺点可能是在试图概念化感兴趣区域时的采样错误，这对于小肿瘤尤其成问题。另一个缺点是无法追踪之前活检的取样部位。

尽管如此，认知融合活检中肿瘤检测的频率与硬件中的频率相当，并且在大多数研究中，这两种程序都显示出比仅随机系统样本更好的结果[15, 16]。

认知融合活检的另一个缺点是，在没有实际图像重叠的情况下，从断层扫描过渡到经直肠超声可能会造成人为错误。

有几项研究评估了认知靶向活检的价值。I.S. Williams 等人发现，与随机化相比，认知靶向活检显示出更好的效果，尤其是对于前列腺前部病变[17]。在一项回顾性分析中，J. Haffner 等人对555例患者进行了回顾性分析，比较了靶向活检与随机12点活检的结果[18]。作者估计，仅采用靶向活检方法，每位患者只需3.8列活检，这将避免38% MRI 结果正常的患者进行不必要的活检，并避免在13%的病例中检测到随机活检中发现的“小”癌症[18]。

在 J. Haffner 等人的研究中, 仅使用 靶向活检就漏诊了 13 例重大癌症, 而使用标准方法则漏诊了 12 例[18]。

在另一项研究中, P. Puech 等人发现在活检前进行磁共振成像可将癌症检出率 (CDR) 从 12 点饱和活检 (SB) 的 59% 提高到认知活检的 65%[15]。

至于显着形式的癌症 (任何样本中受癌症影响的活检长度 >3mm, Gleason 评分 >3+3), 靶向活检的癌症检出率为 67%, 常规活检为 52%[15]。

A. P. Labanaris 等人的研究表明, 靶向活检术前活检的 Gleason 总和与术后结果的一致性为 90%, 并指出应在活检前进行磁共振检查, 以降低 活检活检的低估率[19]。

因此, 目前的研究表明, 断层扫描引导的活检比标准 经直肠超声引导的活检具有更高的准确性和 癌症检出率。

J. Haffner 等人认为, 对于磁共振成像结果可疑的男性, 认知融合活检不如系统活检, 强调与认知融合活检相关的主要风险是操作者间的可变性[18]。尽管目前的文献强调了由经验丰富的专业人员进行认知融合活检的巨大潜力, 但由于缺乏数据可追溯性和数字叠加, 大多数泌尿科医生目前仍倾向于使用市售的硬件活检。

磁共振成像直接活检 (IN-BORE)

放射科医生在 CT 扫描仪内 (in-bore) 直接进行核磁共振成像引导的活检, 结合指示病变的先前磁共振成像图像和实时磁共振成像图像, 以确定活检针的插入位置。手术通过经直肠入路进行。每次活检后都要进行扫描, 以确保每次活检都定位准确。通常情况下, 只取几个目标样本, 不进行随机取样。

In-bore 活检法的优点是穿刺针位置准确, 样本数量少, 而且如果在核磁共振成像中可以看到取样点, 则遗漏取样点的风险较低[20]。该方法的缺点是成本高、耗时长, 以及无法定期从残留的腺体组织中取样[20]。这一点很重要, 因为在根治性前列腺切除术发现的严重病变中, 核磁共振成像无法检测出约 10% 的病变[21, 22]。

M. Quentin 等人的研究表明, in-bore 靶向活检显示了极佳的显著癌症检出率 (92.2%) [23]。C. M. Hoeks 等人报道了 265 例 mpMRI 检测到可疑病变的患者, 这些患者之前的 经直肠超声活检结果为阴性, 他们接受了经直肠 in-bore 靶向活检, 结果 癌症检出率为 41%, 检测到的肿瘤中 87% 有临床意义[24]。

L. Marks 等人介绍了 in-bore 活检的丰富经验[25]。作者认为, 该程序的缺点包括大量的时间和金钱, 以及需要进行两次磁共振成像才能获得活检样本。

此外, 由于在此过程中只对可疑病灶取样, 因此不会对磁共振成像显示为 “正常 ” 的组织取样。这一事实提出了一个问题, 因为前列

腺磁共振成像检查的假阴性特征尚未得到充分研究[25]。

利用磁共振成像和经直肠超声波进行融合活检

在这一过程中, 操作员会获得前列腺的超声波图像, 这是几十年来的常见做法。在这种情况下, 超声实时叠加在预先存储的前列腺磁共振成像上, 使超声波机能够被引导到放射科医生预先确定的目标上。图像叠加的结果是创建了一个前列腺三维模型, 并用它来定位和跟踪取样部位 (图 1 和图 2) [25]。

与肉眼评估相比, 磁共振成像 经直肠超声融合活检术对操作者的依赖性较小, 而且能对实际活检区域进行实时反馈, 因此可重复性更高[3]。此外, 此外, 这种方法的优点是, 这种类型的活检可以在门诊条件下在局部麻醉下几分钟内完成。融合设备取得的结果非常令人鼓舞[25]。

其缺点包括软件/设备成本较高、精确度取决于软件以及相关的学习曲线和操作员培训 (图 3、图 4) [26]。这种方法的另一个缺点是它是间接的, 需要使用额外的设备和操作员的特殊培训。

硬件融合活检可通过三维渲染机将存储的核磁共振图像叠加到实时超声图像上, 从而在预定义的核磁共振成像区域内提取活检标本。这种技术被称为联合注册。目前市面上有几种商用平台, 每种平台都有自己的联合注册方法和使用联合注册图像进行活检的硬件平台[3]。尽管有几个平台用于匹配磁共振成像和超声图像, 但它们都使用某种类型的图像配准和针/探针跟踪 (机械或电磁)。这些技术可以实时采集、存储和重建超声图像, 并绘制病变位置和先前活检部位的三维地图, 以供日后使用[27]。由于患者或前列腺的任何运动都会影响图像的共同配准, 因此这些设备还利用运动补偿算法采用动态再配准技术, 以确保准确、可重复地定位索引病灶[12]。

最近的研究比较了使用传统 活检或经会阴前列腺活检作为参考检测的 前列腺癌和严重疾病的检测方法 [22、28、29]。

在 M. M. Siddiqui 等人的一项涉及 1000 多名患者的研究中, 作者使用 Philips Uronav 系统进行标准 12 点活检, 以 经直肠超声引导作为参考检测, 结果显示 靶向活检诊断出的高危肿瘤比标准活检多 30% ($P=0.001$), 低危肿瘤少 17% ($P=0.002$)。4 的初级 Gleason 评分用作显着性水平[22]。E. C. Serefoglu 等人将 Gleason 评分为 3+4 的病例定义为有临床意义的 前列腺癌 (sPCa), 并报告称, 14.3%-20.9% 的前列腺癌病例仅通过 靶向活检检测到, 但通过传统 经直肠超声却被忽略[30]。此外, 23.5% 的病例通过磁共振检查经直肠超声融合活检从非显著性转化为 前列腺癌。相反, 在 105 例 s 前列腺癌中, 有 4 例因 磁共振检查-经直肠超声融合活检而被忽略[30]。

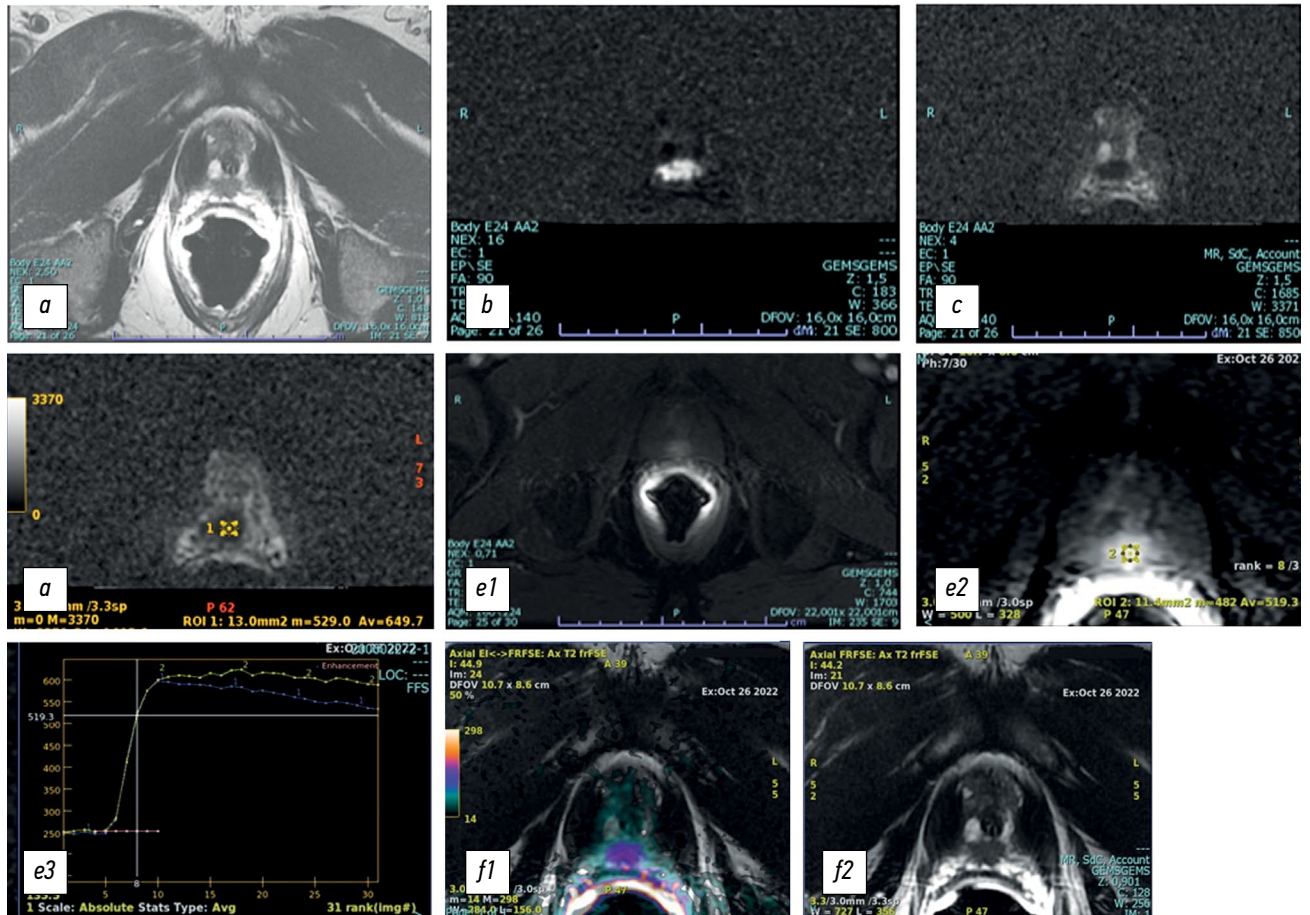


图 1. 磁共振成像：*a* — T2 加权轴向图像显示前列腺顶端后表面外周区有低密度结节病变；*b*、*c* — 轴向扩散加权图像，相应区域的测量扩散系数等于 $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ；*d* — DWI 模式与相应的测量扩散系数图相结合。这是一个重要的定量生物物理参数，可用于诊断前列腺癌，因为在给定病理中水分子扩散的减少与恶性细胞饱和度增加、细胞外空间减少和大多数水分子向细胞内空间的移动受到限制有关；*e* — 肿瘤的特征是造影剂在周围正常组织中的强烈早期聚集；*f* — 通过动态对比增强获得的比色图；*g* — 造影剂在周围正常组织中的聚集；*h* — 造影剂在周围正常组织中的聚集。可疑区域呈红色。

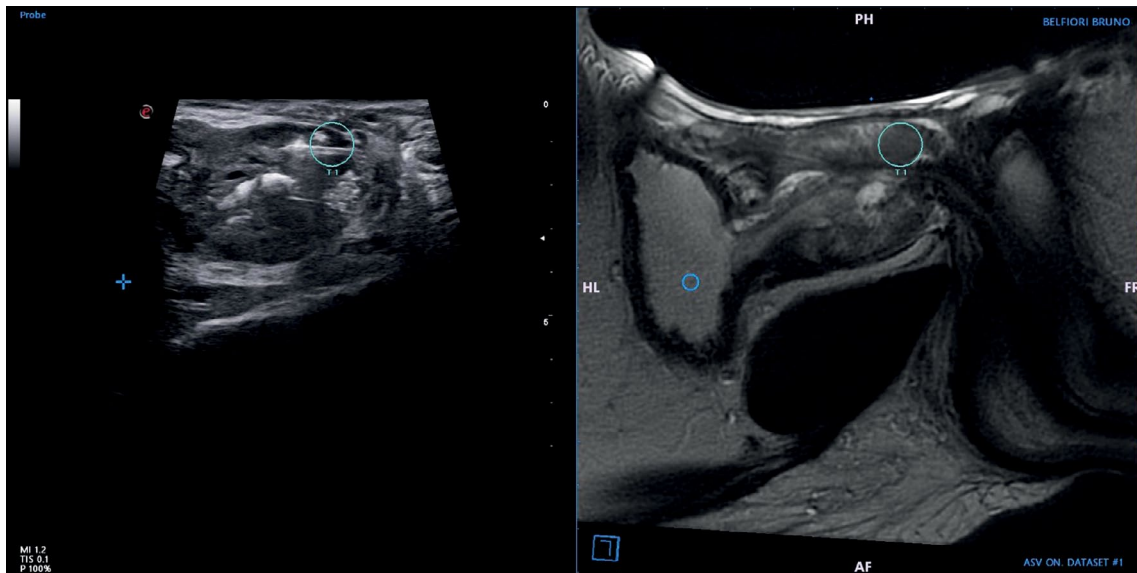


图 2. 前列腺融合活检结合磁共振成像和经直肠超声检查。对图像（本例中为 T2 加权图像）上确定的前列腺和病灶进行分割。在手术过程中，对前列腺进行了二维经直肠超声检查。图像以半自动模式生成，可以相互组合和叠加。结合这两幅图像，泌尿科医生就能在实时超声引导下确定活检病灶的位置。

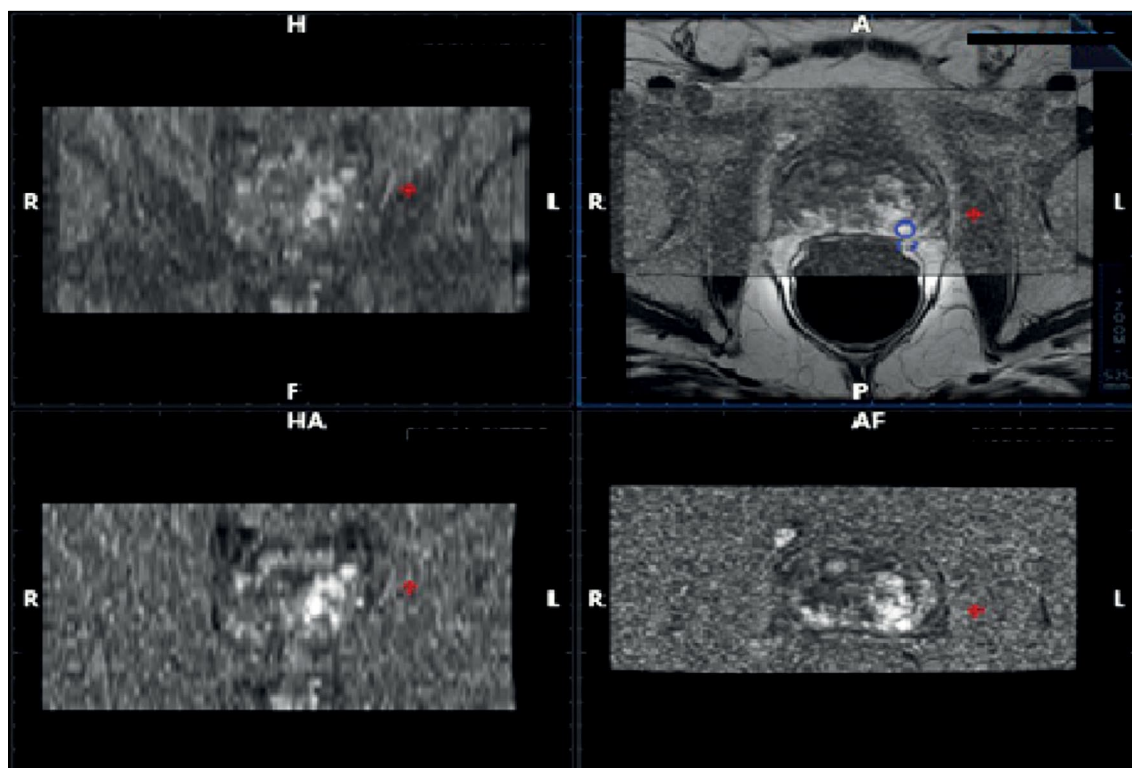


图3. 前列腺的磁共振成像：轴向弥散加权图像（左上）和测得的弥散系数图（左下）、T2 加权图像（右上）和注射造影剂后的 T1 加权图像（右下）。

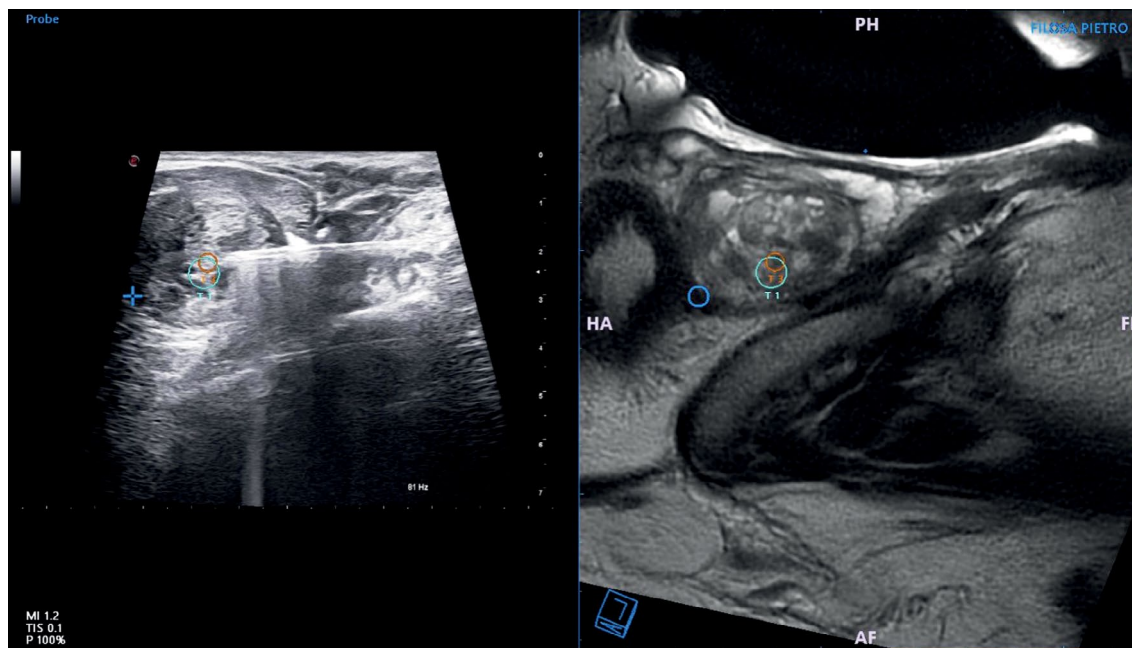


图 4. 通过数字叠加的方法，将磁共振图像与经直肠超声图像实时匹配，从而将放射科医生预先绘制的目标分配给超声机。通过重叠图像可以重建前列腺组织，然后在重建的模型上定位和追踪活检部位。

E. Baco等人。证明由最大Gleason评分（或具有相同Gleason评分的多灶情况下的最大体积）确定的98%的指数肿瘤通过断层扫描诊断。在 Philips Urostation 平台上进行 磁共振检查—经直肠超声融合活检时，98% 的病例都能正确确定肿瘤位置[31]。

在公共卫生方面，2016 年，Y. Cerantola 等人发表了一项临床和成本效益分析结果，对经直肠超声活检与靶向磁共振检查活检进行了比较。作者评估了5年、10年、15年和20年后的累积效应，得出结论认为，将成像和靶向磁共振检查活检纳入 前列腺癌的诊断和治疗是

一项经济合理的决策，即使在多年后也是如此[32]。

比较不同的靶向活检方法

只有少数几项研究对采用不同预设参数策略的癌症检出率进行了调查，其结果相互矛盾[26]。

在 N. B. Delongchamps 等人的研究中，比较了目视评估和使用两种磁共振检查-经直肠超声融合活检设备获得的结果。作者报告说，与认知融合活检相比，活检的效果更好。然而，在一组 391 名患者中测试的两种基于软件的联合注册设备 Esaote (MyLab Twice, 意大利) 和 Philips Urostation 在条件逻辑回归分析中都显示出比活检更高的癌症检出率 [33]。

在一项涉及125名疑似肿瘤男性的前瞻性J. Box 研究中，将磁共振检查经直肠超声融合活检 (Eigen Artemis) 与视觉评估靶向进行比较[34]。作者发现，使用磁共振检查-经直肠超声进行的活检对所有类型的癌症具有略高的癌症检出率 (32%对26.7%; $p=0.1374$) 和Gleason评分的总和 $\geq 3+4$ (20.3%对15.1%; $p=0.0523$)。

P. Puech等人发现，使用MedCom Navigator (德国MedCom公司) 的刚性方案联合登记与认知靶向融合活检相比，前列腺癌的检出率没有差异 (53%对47%)。此外，前列腺后部 (79 人中有 46 人; 58%) 和前列腺前部 (79 人中有 33 人; 42%) 或最小病灶 (79 人中有 25 人; 32%) 的成像确定的癌症阳性率也没有差异[15]。2013 年，M. A. Bjurlin 等人得出结论认为，在前列腺靶向活检中使用磁共振成像可以通过更好地定位病灶和选择活检来减少与常规活检相关的抽样误差。作者发现，增加取样可以进行更准确的风险分类，这可能会影响后续的治疗决策。然而，磁共振检查引导活检的最佳临床使用问题尚未得到解决[3]。

前列腺癌的早期诊断

2018年，美国预防服务工作组 (USPSTF) 根据大型筛查试验的长期随访数据，以及低风险前列腺癌患者主动监测可减少血清前列腺特异性抗原筛查中过度治疗相关危害的新证据，发布了最新建议。USPSTF 现在建议 55~69 岁的男性在与医生讨论过血清前列腺特异性抗原检测的相对益处和危害后再进行血清前列腺特异性抗原检测。然而，仍不建议年轻男性 (40~55 岁) 或 70 岁以上的男性进行血清前列腺特异性抗原检测 [35]。

在缺乏广泛的血清前列腺特异性抗原检测的情况下，机会筛选已成为许多欧盟国家的常规做法。然而，最近的一项研究表明，与有组织的测试相比，这种策略不仅对前列腺癌死亡率影响最小，而且还导致过度诊断[36]。缺乏效果在很大程度上是由于在没有合理必要的情况下不会对带来显著益处的人 (例如，预期寿命为10年的

人) 进行了测试[37]，以及重新测试没有患严重前列腺癌风险的男性[38]。

基于血清前列腺特异性抗原值的风险适应策略与风险计算器和 mpMRI 相结合，可用于区分临床意义重大和不重要的前列腺癌并相应调整治疗方法，从而降低过度诊断的可能性。因此，许多早期前列腺癌诊断病例可通过主动监测解决，避免了不必要的治疗[39]。与晚期诊断和治疗相比，癌症风险较低的患者可能会从局部治疗中获益，因为局部治疗的副作用更少，疗效更好，从而改善或保持患者的生活质量[40]。

欧洲泌尿学协会开发了一种算法，揭示了适应风险的 前列腺癌检测策略的本质。该算法针对 50 岁以上、预期寿命超过 10~15 年的男性，他们了解这种方法的细微差别。此外，该算法还清楚地展示了如何在避免过度诊断和不必要治疗的同时，及早发现严重的前列腺癌。在进行临床风险评估和适当咨询后，进行血清前列腺特异性抗原检测。如果血清前列腺特异性抗原浓度较低，则 2~4 年内 (血清前列腺特异性抗原为 1~3 纳克/毫升) 或 5 年内 (60 岁时血清前列腺特异性抗原为 1 ng/ml) 无需采取进一步行动 [39]。

风险分层在风险计算器中考虑了年龄、家族史、数字直肠检查和前列腺体积 (血清前列腺特异性抗原密度) 等因素。这将识别出只需临床随访的低风险男性亚群 (约占原发性血清前列腺特异性抗原 >3 ng/ml[41]的男性总数的 35%)，从而避免了包括核磁共振成像和活组织检查在内的进一步检查。血清前列腺特异性抗原浓度大于 3 纳克/毫升的中危或高危男性应接受 mpMRI 检查。这将识别出另一个 Pi-RADS 评分为 1~2 的亚群 (约占所有接受成像的男性的 54%[41])，他们罹患前列腺癌的风险较低，只需进行临床随访。

考虑到血清前列腺特异性抗原密度和其他临床特征，对 Pi-RADS 评分为 3 分的男性进行进一步分类，可确定另外一类仅需临床随访的患者 (低风险类别—Pi-RADS 1、2 或 3—包括约 57% 接受检测的男性[41])。因此，基线人群的其余部分可能被归类为中等或高风险，应接受有针对性和/或系统性活检。在这一群体中，诊断结果呈阳性且评分适当的个体 (约占所有确诊患者的 25%[42]) 可接受主动监测而非积极治疗。

然而，所有最终的治疗决定都应该与患者共同做出，同时考虑到他的具体情况和偏好[40]。该算法演示了如何更有效地使用磁共振检查和 Pi-RADS 评分使用血清前列腺特异性抗原分析[43,44]，以及使用作为 European Randomised Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC) 和 Prostate Cancer Prevention Trial 研究的一部分开发的风险计算器[42]，这将减少接受活检的男性数。根据年龄和初次检查结果提出的血清前列腺特异性抗原重测时间间隔反映了未来诊断出具有临床意义的癌症的风险[45]，因此有助于减少假阳性结果的活检次数。

还应谨慎选择所使用的风险计算器。尽管 ERSPC 计算器已被公认为最好的计算器，但如果使用该计算器，可能需要对数据进行重新校准，以考虑流行率的地区差异以及血清前列腺特异性抗原值与前列腺癌风险之间的相关性[46]。

通过靶向活检进行癌症风险评估

从系统活检到靶向活检的转变引发了人们对前列腺癌治疗的严重关切。如果新的活检方法更可信，越来越多的男性应选择主动监测。

但是，应进行靶向活检检查以避免过度治疗。目前，基于活检结果的风险分类系统极大地影响了后续治疗决策[47]。这些系统是根据传统的系统活检结果开发的。与系统活检相比，靶向活检取样更彻底，阳性活检标本的比例和活检标本受癌症影响的最大累计长度更高[48, 18]。

因此，与系统活检相比，靶向活检能检测出更多的前列腺癌高危病例。N. L. Robertson 和合著者[49] 在一项计算机建模研究中报告了这一情况，该研究包括 107 个根据前列腺切除术结果制作的前列腺标本重建三维模型。作者发现，12 点经直肠超声活检仅能将 24% 有临床意义的恶性肿瘤正确归类为高风险，而经会阴 4 点 PB 活检则能将 74% 的恶性肿瘤正确归类为高风险。

此外，靶向活检中阳性活检标本的比例较高，最大累积活检长度的数值也较高。作者总结说，从传统经直肠超声活检中得出的风险模型，在图像引导活检中使用后，系统地将标本归类为高风险。

在加利福尼亚大学洛杉矶分校，194 名接受主动监测的男性接受了核磁共振/超声引导下的靶向融合活检，其中包括系统性和靶向取样。仅使用系统性活检和 Epstein 组织学标准（Gleason 评分 6 分、存在 2 个阳性柱状体、在任何柱状体的 50% 以上发现前列腺癌），28% 的男性在后续活检中被归类为不适合接受主动监测。

靶向活检之后，此类患者的数量增加到 41%。在某些情况下，这是由于发现了额外的危险恶性肿瘤，而在另一些情况下（如在一次活检中发现多个恶性细胞），则是由于使用的分类系统没有考虑到靶向活检的结果。

鉴于高风险评分病例的增加，靶向活检可能会被用来作为对更多男性进行积极治疗的理由，从而加剧过度治疗的问题。为了避免这种不良后果，有必要根据靶向活检结果制定和验证新的风险分层标准。以接受传统活检和靶向活检的患者为例，他们的低体积成分和 Gleason 评分分别为 3+3 和 3+4。靶向活检结合设备活检可用于安全监测目前认为需要治疗的肿瘤[47]。

在前列腺癌风险建模中纳入多参数磁共振成像和融合活检结果

与根治性前列腺切除术中获得的标本相比，mpMRI 可检测出 85%–95% 的索引病变和前列腺癌[50]。对 mpMRI 检测出的可疑病变进行有针对性的融合活检可将 s 前列腺癌的检出率提高 30%[22]。

基于风险的多变量方法可用于识别患有前列腺癌的男性，避免不必要的活检[51, 52]。ERSPC 风险计算器是用来量化前列腺癌风险的。M. J. Roobol 等人的研究表明，前列腺癌风险为 12.5% 的男性可避免 33% 的常规活检[52]。

虽然对仅在 mpMRI 上检测出的可疑病灶进行靶向活检是减少过度检测非重要肿瘤的潜在方法，但前列腺癌也可能未被检测到 [22、53、54]。

相比之下，A.R. Alberts 等人、J.P. Radtke 和 P.J. van Leeuwen 等人开发了自己的风险计算器，并将活检前的 mpMRI 结果添加到临床参数中，以确定个体罹患前列腺癌的风险。作者们采用了一种经过验证的方法，一方面将靶向融合活检和经会阴系统性活检作为参考，另一方面将经会阴测图加上靶向 12 点经直肠超声活检结合起来 [55, 56]。

通过分析 ROC 曲线下的面积，P. J. Van Leeuwen 等人的研究结果表明，将年龄、血清前列腺特异性抗原、前列腺直肠指检、前列腺体积、既往活检以及 mpMRI 上的 Pi-RADS 和 Likert 评分结合起来的模型优于仅包括临床参数的模型，其区分系数为 0.90 [56]。

除了针对未活检男性的模型外，J. P. Radtke 等人还对针对既往活检阴性男性的风险模型进行了内部验证，该模型结合了血清前列腺特异性抗原、前列腺体积、前列腺直肠指检、年龄、Pi-RADS 和 Likert mpMRI 评分[55]。与经过验证的临床参数和 Pi-RADS 评分风险计算器相比，该模型优于这两种工具[55]。将包含 mpMRI 和临床参数的风险模型与仅使用临床参数或 Pi-RADS 评分的风险模型进行比较，可提高疑似 s 前列腺癌患者活检决策的准确性。总之，包含 mpMRI 结果的风险模型优于不包含 mpMRI 结果的模型，不仅适用于初次活检前的男性，也适用于先前活检结果为阴性的患者[55, 56]。

虽然前列腺癌的检出率可能会提高，但对于疑似 RPV 病例，不利的 mpMRI 结果或较低的 Pi-RADS 评分可能并不是拒绝活检的理由。据称，磁共振成像引导下的融合活检有助于诊断轻度前列腺癌。低风险前列腺癌的检测可避免不必要的治疗，并在选择主动监测患者时提高疾病监测的准确性和可靠性，从而提高患者的安全性。

利用多参数磁共振成像避免融合活检中的误差

虽然 mpMRI 为诊断前列腺癌提供了有用的信息，但 mpMRI 融合活检可能会失败。迄今为止，已经确定了四种潜在的错误机制：

1. mpMRI 上看不到的恶性肿瘤；
2. 样本采集不当；
3. 操作人员失误；
4. 肿瘤内异质性与 Gleason 总和[57]。

A. Muthigi 等人报告说, 在活检而非靶向活检检测到前列腺癌的病例中, 71% 的恶性病变位于目标病变的六分仪内, 这与 H. Cash 等人的研究结果一致, 他们认为取样不准确是融合活检失败的主要原因之一 [56, 58]。

同样, D. J. Bryk 等人认为, 在 mpMRI 检测到单侧病变的患者中, 联合使用靶向活检和同侧活检是检测前列腺癌和降低低危前列腺癌发病率的最好策略。作者将靶向活检和活检的结果作为参考 [59]。这两项研究的结果表明, 增加从靶区采集的样本数量可以最大限度地减少肿瘤内异质性的抽样和检测误差。然而, F. Porpiglia 等人发现, 从病灶中心取两个目标样本就足以准确代表指数病灶 [60]。

对这一问题还需要进行更多的研究。与未见肿瘤相关的 mpMRI 融合活检误差 (mpMRI 的阴性预测值为 63%~98%) 只能通过进行额外的活检来解决 [61, 62]。然而, 在大多数病例中, 靶向活检和 12 点活检的组合在检测前列腺癌方面与单独进行靶向活检相比没有优势 [22, 63]。

相反, C. P. Filson 等人发现, 联合方法检测出的前列腺癌病例明显多于单纯靶向活检或单纯活检 [64]。

这些相互矛盾的结果表明, 与单纯靶向活检方法相比, 联合方法提高了因活检导致的前列腺癌的检出效率, 但仍有可能检出风险明显较低的疾病。

排除活检的问题可能永远无法完全解决, 应根据活检的具体适应症和患者的需求, 逐一决定是否合适。

有关融合活检 mpMRI 的质量和可能的失败原因的另一点是手术本身的技术。

融合活检结合多参数磁共振成像技术用于需要重复活检的男性

对于既往活检阴性但仍怀疑存在前列腺癌的男性, 应始终对其进行监测。与未进行活检的患者组相比, 事先取样可降低总体发病率。然而, 对持续怀疑有前列腺癌的患者进行 12 点经直肠超声活检可能会出现假阴性结果。许多研究表明, mpMRI 可有效监测这类患者, 因此建议在重复活检时使用 [1, 65]。

在大多数研究中, 这些患者被归类为更大队列的一个子集, 但在一些研究中, 他们受到了特别关注。例如, L. A. M. Simmons 等人评估了 mpMRI 对需要重复前列腺活检男性的诊断准确性 (PICTURE 研究), 尽管只有 31% 的男性在之前的活检中结果为阴性 [66]。作为阳性结果, mpMRI 3 分的敏感性为 97%, 特异性为 22%, 阴性和阳性预测值分别为 91% 和 47% [66]。

作者总结说, 14% 的男性可以避免重复活检, 但有可能忽略 9% 的前列腺癌病例 [66]。N. L. Hansen 等人报告称, 将 Pi-RADS 评分和血清前列腺特异性抗原密度合并后, AUC 有了显著提高 (0.82

对 0.85)。作者认为, 只有在 mpMRI 结果惊人且血清前列腺特异性抗原密度较低的情况下, 才应避免重复活检 [67]。同样, 何时可以排除活检的问题仍然不清楚。C. Arsov 等人的一项前瞻性随机研究中比较了 in-bore 靶向活检与靶向融合活检和 12 点经直肠超声-活检的组合。作者发现, 活检对检测前列腺癌没有额外的益处 [10]。

相反, 最近对靶向活检和 24 点或 12 点活检进行比较的研究表明, 靶向活检无法发现大量前列腺癌病例 [67]。

融合活组织检查与多参数磁共振成像相结合, 适用于接受主动监测的男性

另一个重要的患者类别是患有前列腺癌的男性, 他们可能有资格参加主动监测计划。对可能不太严重的疾病进行适当的风险评估至关重要。MpMRI 与融合活检相结合可能有助于初步筛选主动监测候选者和监测疾病进展。J. P. Radtke 等人的一项研究 (n=149) 比较了在接受主动监测之前进行初始 mpMRI 和融合活检的患者与根据 12 点经直肠超声活检结果选择接受主动监测的患者在随后 2 年随访期间的结果, 前者的主动监测发生率明显较低 (20% 对 48%) [68]。

D. R. Henderson 等人的一项前瞻性研究中表明, 测量的弥散系数可作为选择主动监测患者的良好标志, 因为测量的弥散系数值越低, 病理进展越快 [69]。最近的一些研究探讨了 mpMRI 和融合活检在监测疾病进展方面的功效。其中大多数研究表明, mpMRI 能相当准确地预测临床进展的可能性, 而且 mpMRI 结果稳定的患者疾病进展的可能性较低 [70~72]。

将临床标准纳入决策过程似乎是选择主动监测患者的一个优势。C. Arsov 等人发现, 在一组 210 名基线无疾病进展证据的男性患者中, 当 mpMRI 不可疑且血清前列腺特异性抗原密度 < 0.15 ng/ml 时, 才会进行确诊活检。作者建议此类患者应避免后续活检 [10]。不过, 仅限于 mpMRI 可见病灶的融合活检是否足以满足后续治疗的需要, 仍是一个值得商榷的问题。X. Meng 和 T. P. Frye 等人的研究表明, 在随访期间采用饱和和靶向 mpMRI 融合活检相结合的方法, 在靶向活检中发现的肿瘤明显多于在活检中发现的肿瘤, 这证实了放弃活检的合理性 [53, 70]。

相反, G. N. Tran 和 P. Recabal 等人发现, 相当一部分恶性程度较高的肿瘤只能通过活检诊断, 这表明需要额外的活检诊断 [71, 72]。这些相互矛盾的结果可部分归因于研究参数的差异, 如中位靶向活检和通过活检检测到的阳性活检标本的数量。不过, 作者也强调需要进一步研究长期结果、连续的 mpMRI 而不是重复活检, 以及根据 mpMRI 结果进行可能的后续活检。

结论

与其他方法相比，靶向磁共振成像活检提高了组织学结果的质量，约90%的重要指标病变可被正确识别。尽管临床检测 前列腺癌的灵敏度有限，但系统性 12 点 经直肠超声I 活检仍被广泛使用。磁共振检查引导下的活检可提高 前列腺癌的检出率，并增加阳性活检标本的比例。

尽管这些类型的活检目前主要用于系统性经直肠超声活检阴性但临床仍高度怀疑有 前列腺癌的患者，但随着诊断前磁共振成像使用的增加，这些方法有望取代标准的系统活检。

正确的分期有助于选择最佳治疗方案，包括病灶治疗、充分评估未来前景以及减少重复活检、费用和并发症。此外，标准化活检技术和改进图

像匹配技术非常重要，这将减少估计肿瘤体积时的错误数量。在术前阶段，当需要进行前列腺根治术时，mpMRI 可帮助规划初始手术策略，从而促进良好的临床决策。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

REFERENCES

- Mottet N, Bellmunt J, Bolla M, et al. EAU-ESTRO-SIOG Guidelines on Prostate Cancer. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent. *Eur Urol.* 2017;71(4):618–629. doi: 10.1016/j.eururo.2016.08.003
- Siddiqui MM, Rais-Bahrami S, Truong H, et al. Magnetic resonance imaging/ultrasound-fusion biopsy significantly upgrades prostate cancer versus systematic 12-core transrectal ultrasound biopsy. *Eur Urol.* 2013;64(5):713–719. doi: 10.1016/j.eururo.2013.05.059
- Bjurlin MA, Meng X, Le Nobin J, et al. Optimization of prostate biopsy: the role of magnetic resonance imaging targeted biopsy in detection, localization and risk assessment. *J Urol.* 2014;192(3):648–658. doi: 10.1016/j.juro.2014.03.117
- [WITHDRAWN] Prostate cancer risk management programme (PCRMP): benefits and risks of PSA testing (guidance) [Internet]. UK: Public Health England; 2016. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/prostate-cancer-risk-management-programme-psa-test-benefits-and-risks>
- Hamoen EHJ, de Rooij M, Witjes JA, Barentsz JO, Rovers MM. Use of the Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) for Prostate Cancer Detection with Multiparametric Magnetic Resonance Imaging: A Diagnostic Meta-analysis. *Eur Urol.* 2015;67(6):1112–1121. doi: 10.1016/j.eururo.2014.10.033
- Ventrella E, Eusebi L, Carpagnano FA, et al. Multiparametric MRI of Prostate Cancer: Recent Advances. *Curr Radiol Rep.* 2020;8. doi: 10.1007/s40134-020-00363-1
- Portalez D, Mozer P, Cornud F, et al. Validation of the European Society of Urogenital Radiology scoring system for prostate cancer diagnosis on multiparametric magnetic resonance imaging in a cohort of repeat biopsy patients. *Eur Urol.* 2012;62(6):986–996. doi: 10.1016/j.eururo.2012.06.044
- Kuru TH, Roethke MC, Rieker P, et al. Histology core-specific evaluation of the European Society of Urogenital Radiology (ESUR) standardised scoring system of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) of the prostate. *BJU Int.* 2013;112(8):1080–1087. doi: 10.1111/bju.12259
- Carpagnano F, Eusebi L, Tupputi U, et al. Multiparametric MRI: Local Staging of Prostate Cancer. *Current Radiology Reports.* 2020;8. doi: 10.1007/s40134-020-00374-y
- Arsov C, Rabenalt R, Blondin D, et al. Prospective randomized trial comparing magnetic resonance imaging (MRI)-guided in-bore biopsy to MRI-ultrasound fusion and transrectal ultrasound-guided prostate biopsy in patients with prior negative biopsies. *Eur Urol.* 2015;68(4):713–720. doi: 10.1016/j.eururo.2015.06.008
- Hambrock T, Somford DM, Hoeks C, et al. Magnetic resonance imaging guided prostate biopsy in men with repeat negative biopsies and increased prostate specific antigen. *J Urol.* 2010;183(2):520–527. doi: 10.1016/j.juro.2009.10.022
- Tyson MD, Arora SS, Scarpato KR, Barocas D. Magnetic resonance-ultrasound fusion prostate biopsy in the diagnosis of prostate cancer. *Urol Oncol.* 2016;34(7):326–332. doi: 10.1016/j.urolonc.2016.03.005
- Wolters T, Montironi R, Mazzucchelli R, et al. Comparison of incidentally detected prostate cancer with screen-detected prostate cancer treated by prostatectomy. *Prostate.* 2012;72(1):108–115. doi: 10.1002/pros.21415
- Moore CM, Robertson NL, Arsanious N, et al. Image-guided prostate biopsy using magnetic resonance imaging-derived targets: a systematic review. *Eur Urol.* 2013;63(1):125–140. doi: 10.1016/j.eururo.2012.06.004
- Puech P, Rouvière O, Renard-Penna R, et al. Prostate cancer diagnosis: multiparametric MR-targeted biopsy with cognitive and transrectal US-MR fusion guidance versus systematic biopsy — prospective multicenter study. *Radiology.* 2013;268(2):461–469. doi: 10.1148/radiol.13121501
- Labanaris AP, Engelhard K, Zugor V, Nützel R, Kühn R. Prostate cancer detection using an extended prostate biopsy schema in combination with additional targeted cores from suspicious images in conventional and functional endorectal magnetic resonance imaging of the prostate. *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2010;13(1):65–70. doi: 10.1038/pcan.2009.41

17. Williams IS, McVey A, Perera S, et al. Modern paradigms for prostate cancer detection and management. *Med J Aust.* 2022;217(8):424–433. doi: 10.5694/mja2.51722
18. Haffner J, Lemaitre L, Puech P, et al. Role of magnetic resonance imaging before initial biopsy: comparison of magnetic resonance imaging-targeted and systematic biopsy for significant prostate cancer detection. *BJU Int.* 2011;108(8 Pt 2):E171–E178. doi: 10.1111/j.1464-410X.2011.10112.x
19. Labanaris AP, Zugor V, Smieszek R, et al. Guided e-MRI prostate biopsy can solve the discordance between Gleason score biopsy and radical prostatectomy pathology. *Magn Reson Imaging.* 2010;28(7):943–946. doi: 10.1016/j.mri.2010.03.041
20. Stephenson SK, Chang EK, Marks LS. Screening and detection advances in magnetic resonance image-guided prostate biopsy. *Urol Clin North Am.* 2014;41(2):315–326. doi: 10.1016/j.ucl.2014.01.007
21. Vourganti S, Rastinehad A, Yerram N, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging and ultrasound fusion biopsy detect prostate cancer in patients with prior negative transrectal ultrasound biopsies. *J Urol.* 2012;188(6):2152–2157. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.025
22. Siddiqui MM, Rais-Bahrami S, Turkbey B, et al. Comparison of MR/ultrasound fusion-guided biopsy with ultrasound-guided biopsy for the diagnosis of prostate cancer. *JAMA.* 2015;313(4):390–397. doi: 10.1001/jama.2014.17942
23. Quentin M, Schimmöller L, Arsov C, et al. 3-T in-bore MR-guided prostate biopsy based on a scoring system for target lesions characterization. *Acta Radiol.* 2013;54(10):1224–1229. doi: 10.1177/0284185113492972
24. Hoeks CM, Schouten MG, Bomers JG, et al. Three-Tesla magnetic resonance-guided prostate biopsy in men with increased prostate-specific antigen and repeated, negative, random, systematic, transrectal ultrasound biopsies: detection of clinically significant prostate cancers. *Eur Urol.* 2012;62(5):902–909. doi: 10.1016/j.eururo.2012.01.047
25. Marks L, Young S, Natarajan S. MRI-ultrasound fusion for guidance of targeted prostate biopsy. *Curr Opin Urol.* 2013;23(1):43–50. doi: 10.1097/MOU.0b013e32835ad3ee
26. Monni F, Fontanella P, Grasso A, et al. Magnetic resonance imaging in prostate cancer detection and management: a systematic review. *Minerva Urol Nefrol.* 2017;69(6):567–578. doi: 10.23736/S0393-2249.17.02819-3
27. Schlaier JR, Warnat J, Dorenbeck U, et al. Image fusion of MR images and real-time ultrasonography: evaluation of fusion accuracy combining two commercial instruments, a neuronavigation system and a ultrasound system. *Acta Neurochir (Wien).* 2004;146(3):271–276. doi: 10.1007/s00701-003-0155-6
28. Pokorny MR, de Rooij M, Duncan E, et al. Prospective study of diagnostic accuracy comparing prostate cancer detection by transrectal ultrasound-guided biopsy versus magnetic resonance (MR) imaging with subsequent MR-guided biopsy in men without previous prostate biopsies. *Eur Urol.* 2014;66(1):22–29. doi: 10.1016/j.eururo.2014.03.002
29. Kuru TH, Roethke MC, Seidenader J, et al. Critical evaluation of magnetic resonance imaging targeted, transrectal ultrasound guided transperineal fusion biopsy for detection of prostate cancer. *J Urol.* 2013;190(4):1380–1386. doi: 10.1016/j.juro.2013.04.043
30. Serefoglu EC, Altinova S, Ugras NS, et al. How reliable is 12-core prostate biopsy procedure in the detection of prostate cancer. *Can Urol Assoc J.* 2013;7(5–6):E293–E298. doi: 10.5489/cuaj.11224
31. Baco E, Ukimura O, Rud E, et al. Magnetic resonance imaging-transrectal ultrasound image-fusion biopsies accurately characterize the index tumor: correlation with step-sectioned radical prostatectomy specimens in 135 patients. *Eur Urol.* 2015;67(4):787–794. doi: 10.1016/j.eururo.2014.08.077
32. Cerantola Y, Dragomir A, Tanguay S, et al. Cost-effectiveness of multiparametric magnetic resonance imaging and targeted biopsy in diagnosing prostate cancer. *Urol Oncol.* 2016;34(3):119.e1–119.e9. doi: 10.1016/j.urolonc.2015.09.010
33. Delongchamps NB, Peyromaure M, Schull A, et al. Prebiopsy magnetic resonance imaging and prostate cancer detection: comparison of random and targeted biopsies. *J Urol.* 2013;189(2):493–499. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.195
34. Bax J, Cool D, Gardi L, et al. Mechanically assisted 3D ultrasound guided prostate biopsy system. *Med Phys.* 2008;35(12):5397–5410. doi: 10.1118/1.3002415
35. US Preventive Services Task Force; Grossman DC, Curry SJ, et al. Screening for Prostate Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA.* 2018;319(18):1901–1913. Erratum in: *JAMA.* 2018;319(23):2443. doi: 10.1001/jama.2018.3710
36. Arnsrud Godtman R, Holmberg E, Lilja H, Stranne J, Hugosson J. Opportunistic testing versus organized prostate-specific antigen screening: outcome after 18 years in the Göteborg randomized population-based prostate cancer screening trial. *Eur Urol.* 2015;68(3):354–360. doi: 10.1016/j.eururo.2014.12.006
37. Engler J, Dahlhaus A, Güthlin C. The readiness of German GPs to recommend and conduct cancer screening is associated with patient-physician gender concordance. Results of a survey. *Eur J Gen Pract.* 2017;23(1):11–19. doi: 10.1080/13814788.2016.1240166
38. Nordström T, Aly M, Clements MS, et al. Prostate-specific antigen (PSA) testing is prevalent and increasing in Stockholm County, Sweden, Despite no recommendations for PSA screening: results from a population-based study, 2003–2011. *Eur Urol.* 2013;63(3):419–425. doi: 10.1016/j.eururo.2012.10.001
39. Van Poppel H, Roobol MJ, Chapple CR, et al. Prostate-specific Antigen Testing as Part of a Risk-Adapted Early Detection Strategy for Prostate Cancer: European Association of Urology Position and Recommendations for 2021. *Eur Urol.* 2021;80(6):703–711. doi: 10.1016/j.eururo.2021.07.024
40. Mottet N, van den Bergh RCN, Briers E, et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on Prostate Cancer-2020 Update. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent. *Eur Urol.* 2021;79(2):243–262. doi: 10.1016/j.eururo.2020.09.042
41. Collen S, Van Poppel H. Early detection and diagnosis of prostate cancer in well informed men: the way forward for Europe. *Belg J Med Oncol.* 2020;14:321–326.
42. Louie KS, Seigneurin A, Cathcart P, Sasieni P. Do prostate cancer risk models improve the predictive accuracy of PSA screening? A meta-analysis. *Ann Oncol.* 2015;26(5):848–864. doi: 10.1093/annonc/mdu525
43. Ahmed HU, El-Shater Bosaily A, Brown LC, et al. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate

- cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017;389(10071):815–822. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32401-1
- 44.** Alberts AR, Schoots IG, Bokhorst LP, et al. Characteristics of Prostate Cancer Found at Fifth Screening in the European Randomized Study of Screening for Prostate Cancer Rotterdam: Can We Selectively Detect High-grade Prostate Cancer with Upfront Multivariable Risk Stratification and Magnetic Resonance Imaging. *Eur Urol*. 2018;73(3):343–350. doi: 10.1016/j.eururo.2017.06.019
- 45.** Palsdottir T, Nordstrom T, Karlsson A, et al. The impact of different prostate-specific antigen (PSA) testing intervals on Gleason score at diagnosis and the risk of experiencing false-positive biopsy recommendations: a population-based cohort study. *BMJ Open*. 2019;9(3):e027958. doi: 10.1136/bmjopen-2018-027958
- 46.** Wynants L, van Smeden M, McLernon DJ, et al. Three myths about risk thresholds for prediction models. *BMC Med*. 2019;17(1):192. doi: 10.1186/s12916-019-1425-3
- 47.** Sonn GA, Margolis DJ, Marks LS. Target detection: magnetic resonance imaging-ultrasound fusion-guided prostate biopsy. *Urol Oncol*. 2014;32(6):903–911. doi: 10.1016/j.urolonc.2013.08.006
- 48.** Sonn GA, Natarajan S, Margolis DJ, et al. Targeted biopsy in the detection of prostate cancer using an office based magnetic resonance ultrasound fusion device. *J Urol*. 2013;189(1):86–91. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.095
- 49.** Robertson NL, Hu Y, Ahmed HU, et al. Prostate cancer risk inflation as a consequence of image-targeted biopsy of the prostate: a computer simulation study. *Eur Urol*. 2014;65(3):628–634. doi: 10.1016/j.eururo.2012.12.057
- 50.** Radtke JP, Schwab C, Wolf MB, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging (MRI) and MRI — transrectal ultrasound fusion biopsy for index tumor detection: correlation with radical prostatectomy specimen. *Eur Urol*. 2016;70:846–853. doi: 10.1016/j.eururo.2015.12.052
- 51.** Schröder FH, Hugosson J, Roobol MJ, et al. Screening and prostate cancer mortality: results of the European Randomised Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC) at 13 years of follow-up. *Lancet*. 2014;384(9959):2027–2035. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60525-0
- 52.** Roobol MJ, Steyerberg EW, Kranse R, et al. A risk-based strategy improves prostate-specific antigen-driven detection of prostate cancer. *Eur Urol*. 2010;57(1):79–85. doi: 10.1016/j.eururo.2009.08.025
- 53.** Meng X, Rosenkrantz AB, Mendhiratta N, et al. Relationship Between Prebiopsy Multiparametric Magnetic Resonance Imaging (MRI), Biopsy Indication, and MRI-ultrasound Fusion-targeted Prostate Biopsy Outcomes. *Eur Urol*. 2016;69(3):512–517. doi: 10.1016/j.eururo.2015.06.005
- 54.** Vargas HA, Hötter AM, Goldman DA, et al. Updated prostate imaging reporting and data system (PIRADS v2) recommendations for the detection of clinically significant prostate cancer using multiparametric MRI: critical evaluation using whole-mount pathology as standard of reference. *Eur Radiol*. 2016;26(6):1606–1612. doi: 10.1007/s00330-015-4015-6
- 55.** Radtke JP, Wiesenfarth M, Kesch C, et al. Combined Clinical Parameters and Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Advanced Risk Modeling of Prostate Cancer—Patient-tailored Risk Stratification Can Reduce Unnecessary Biopsies. *Eur Urol*. 2017;72(6):888–896. doi: 10.1016/j.eururo.2017.03.039
- 56.** van Leeuwen PJ, Hayen A, Thompson JE, et al. A multiparametric magnetic resonance imaging-based risk model to determine the risk of significant prostate cancer prior to biopsy. *BJU Int*. 2017;120(6):774–781. doi: 10.1111/bju.13814
- 57.** Muthigi A, George AK, Sidana A, et al. Missing the Mark: Prostate Cancer Upgrading by Systematic Biopsy over Magnetic Resonance Imaging/Transrectal Ultrasound Fusion Biopsy. *J Urol*. 2017;197(2):327–334. doi: 10.1016/j.juro.2016.08.097
- 58.** Cash H, Günzel K, Maxeiner A, et al. Prostate cancer detection on transrectal ultrasonography-guided random biopsy despite negative real-time magnetic resonance imaging/ultrasonography fusion-guided targeted biopsy: reasons for targeted biopsy failure. *BJU Int*. 2016;118(1):35–43. doi: 10.1111/bju.13327
- 59.** Bryk DJ, Llukani E, Taneja SS, et al. The Role of Ipsilateral and Contralateral Transrectal Ultrasound-guided Systematic Prostate Biopsy in Men With Unilateral Magnetic Resonance Imaging Lesion Undergoing Magnetic Resonance Imaging-ultrasound Fusion-targeted Prostate Biopsy. *Urology*. 2017;102:178–182. doi: 10.1016/j.urology.2016.11.017
- 60.** Porpiglia F, De Luca S, Passera R, et al. Multiparametric Magnetic Resonance/Ultrasound Fusion Prostate Biopsy: Number and Spatial Distribution of Cores for Better Index Tumor Detection and Characterization. *J Urol*. 2017;198(1):58–64. doi: 10.1016/j.juro.2017.01.036
- 61.** Fütterer JJ, Briganti A, De Visschere P, et al. Can Clinically Significant Prostate Cancer Be Detected with Multiparametric Magnetic Resonance Imaging? A Systematic Review of the Literature. *Eur Urol*. 2015;68(6):1045–1053. doi: 10.1016/j.eururo.2015.01.013
- 62.** Thompson JE, Moses D, Shnier R, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging guided diagnostic biopsy detects significant prostate cancer and could reduce unnecessary biopsies and over detection: a prospective study. *J Urol*. 2014;192(1):67–74. doi: 10.1016/j.juro.2014.01.014
- 63.** Delongchamps NB, Portalez D, Bruguière E, et al. Are Magnetic Resonance Imaging-Transrectal Ultrasound Guided Targeted Biopsies Noninferior to Transrectal Ultrasound Guided Systematic Biopsies for the Detection of Prostate Cancer. *J Urol*. 2016;196(4):1069–1075. doi: 10.1016/j.juro.2016.04.003
- 64.** Filson CP, Natarajan S, Margolis DJ, et al. Prostate cancer detection with magnetic resonance-ultrasound fusion biopsy: The role of systematic and targeted biopsies. *Cancer*. 2016;122(6):884–892. doi: 10.1002/cncr.29874
- 65.** Rosenkrantz AB, Verma S, Choyke P, et al. Prostate Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Imaging Targeted Biopsy in Patients with a Prior Negative Biopsy: A Consensus Statement by AUA and SAR. *J Urol*. 2016;196(6):1613–1618. doi: 10.1016/j.juro.2016.06.079
- 66.** Simmons LAM, Kanthabalan A, Arya M, et al. The PICTURE study: diagnostic accuracy of multiparametric MRI in men requiring a repeat prostate biopsy. *Br J Cancer*. 2017;116(9):1159–1165. doi: 10.1038/bjc.2017.57

- 67.** Hansen NL, Kesch C, Barrett T, et al. Multicentre evaluation of targeted and systematic biopsies using magnetic resonance and ultrasound image-fusion guided transperineal prostate biopsy in patients with a previous negative biopsy. *BJU Int.* 2017;120(5):631–638. doi: 10.1111/bju.13711
- 68.** Radtke JP, Kuru TH, Bonekamp D, et al. Further reduction of disqualification rates by additional MRI-targeted biopsy with transperineal saturation biopsy compared with standard 12-core systematic biopsies for the selection of prostate cancer patients for active surveillance. *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2016;19(3):283–291. doi: 10.1038/pcan.2016.16
- 69.** Henderson DR, de Souza NM, Thomas K, et al. Nine-year Follow-up for a Study of Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging in a Prospective Prostate Cancer Active Surveillance Cohort. *Eur Urol.* 2016;69(6):1028–1033. doi: 10.1016/j.eururo.2015.10.010
- 70.** Frye TP, George AK, Kilchevsky A, et al. Magnetic Resonance Imaging-Transrectal Ultrasound Guided Fusion Biopsy to Detect Progression in Patients with Existing Lesions on Active Surveillance for Low and Intermediate Risk Prostate Cancer. *J Urol.* 2017;197(3 Pt 1):640–646. doi: 10.1016/j.juro.2016.08.109
- 71.** Recabal P, Assel M, Sjoberg DD, et al. The Efficacy of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Imaging Targeted Biopsy in Risk Classification for Patients with Prostate Cancer on Active Surveillance. *J Urol.* 2016;196(2):374–381. doi: 10.1016/j.juro.2016.02.084
- 72.** Tran GN, Leapman MS, Nguyen HG, et al. Magnetic Resonance Imaging-Ultrasound Fusion Biopsy During Prostate Cancer Active Surveillance. *Eur Urol.* 2017;72(2):275–281. doi: 10.1016/j.eururo.2016.08.023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.** Mottet N., Bellmunt J., Bolla M., et al. EAU-ESTRO-SIOG Guidelines on Prostate Cancer. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent // *Eur Urol.* 2017. Vol. 71, N 4. P. 618–629. doi: 10.1016/j.eururo.2016.08.003
- 2.** Siddiqui M.M., Rais-Bahrami S., Truong H., et al. Magnetic resonance imaging/ultrasound-fusion biopsy significantly upgrades prostate cancer versus systematic 12-core transrectal ultrasound biopsy // *Eur Urol.* 2013. Vol. 64, N 5. P. 713–719. doi: 10.1016/j.eururo.2013.05.059
- 3.** Bjurlin M.A., Meng X., Le Nobin J., et al. Optimization of prostate biopsy: the role of magnetic resonance imaging targeted biopsy in detection, localization and risk assessment // *J Urol.* 2014. Vol. 192, N 3. P. 648–658. doi: 10.1016/j.juro.2014.03.117
- 4.** [WITHDRAWN] Prostate cancer risk management programme (PCRMP): benefits and risks of PSA testing (guidance) [Internet]. UK : Public Health England, 2016. Доступ по ссылке: <https://www.gov.uk/government/publications/prostate-cancer-risk-management-programme-psa-test-benefits-and-risks>
- 5.** Hamoen E.H.J., de Rooij M., Witjes J.A., Barentsz J.O., Rovers M.M. Use of the Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) for Prostate Cancer Detection with Multiparametric Magnetic Resonance Imaging: A Diagnostic Meta-analysis // *Eur Urol.* 2015. Vol. 67, N 6. P. 1112–1121. doi: 10.1016/j.eururo.2014.10.033
- 6.** Ventrella E., Eusebi L., Carpagnano F.A., et al. Multiparametric MRI of Prostate Cancer: Recent Advances // *Curr Radiol Rep.* 2020. Vol. 8. doi: 10.1007/s40134-020-00363-1
- 7.** Portalez D., Mozer P., Cornud F., et al. Validation of the European Society of Urogenital Radiology scoring system for prostate cancer diagnosis on multiparametric magnetic resonance imaging in a cohort of repeat biopsy patients // *Eur Urol.* 2012. Vol. 62, N 6. P. 986–996. doi: 10.1016/j.eururo.2012.06.044
- 8.** Kuru T.H., Roethke M.C., Rieker P., et al. Histology core-specific evaluation of the European Society of Urogenital Radiology (ESUR) standardised scoring system of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) of the prostate // *BJU Int.* 2013. Vol. 112, N 8. P. 1080–1087. doi: 10.1111/bju.12259
- 9.** Carpagnano F., Eusebi L., Tupputi U., et al. Multiparametric MRI: Local Staging of Prostate Cancer. *Current Radiology Reports.* 2020. Vol. 8. doi: 10.1007/s40134-020-00374-y
- 10.** Arsov C., Rabenalt R., Blondin D., et al. Prospective randomized trial comparing magnetic resonance imaging (MRI)-guided in-bore biopsy to MRI-ultrasound fusion and transrectal ultrasound-guided prostate biopsy in patients with prior negative biopsies // *Eur Urol.* 2015. Vol. 68, N 4. P. 713–720. doi: 10.1016/j.eururo.2015.06.008
- 11.** Hambrock T., Somford D.M., Hoeks C., et al. Magnetic resonance imaging guided prostate biopsy in men with repeat negative biopsies and increased prostate specific antigen // *J Urol.* 2010. Vol. 183, N 2. P. 520–527. doi: 10.1016/j.juro.2009.10.022
- 12.** Tyson M.D., Arora S.S., Scarpato K.R., Barocas D. Magnetic resonance-ultrasound fusion prostate biopsy in the diagnosis of prostate cancer // *Urol Oncol.* 2016. Vol. 34, N 7. P. 326–332. doi: 10.1016/j.urolonc.2016.03.005
- 13.** Wolters T., Montironi R., Mazzucchelli R., et al. Comparison of incidentally detected prostate cancer with screen-detected prostate cancer treated by prostatectomy // *Prostate.* 2012. Vol. 72, N 1. P. 108–115. doi: 10.1002/pros.21415
- 14.** Moore C.M., Robertson N.L., Arsanious N., et al. Image-guided prostate biopsy using magnetic resonance imaging-derived targets: a systematic review // *Eur Urol.* 2013. Vol. 63, N 1. P. 125–140. doi: 10.1016/j.eururo.2012.06.004
- 15.** Puech P., Rouvière O., Renard-Penna R., et al. Prostate cancer diagnosis: multiparametric MR-targeted biopsy with cognitive and transrectal US-MR fusion guidance versus systematic biopsy — prospective multicenter study // *Radiology.* 2013. Vol. 268, N 2. P. 461–469. doi: 10.1148/radiol.13121501
- 16.** Labanaris A.P., Engelhard K., Zuger V., Nützel R., Kühn R. Prostate cancer detection using an extended prostate biopsy schema in combination with additional targeted cores from suspicious images in conventional and functional endorectal magnetic resonance imaging of the prostate // *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2010. Vol. 13, N 1. P. 65–70. doi: 10.1038/pcan.2009.41

17. Williams I.S., McVey A., Perera S., et al. Modern paradigms for prostate cancer detection and management // *Med J Aust.* 2022. Vol. 217, N 8. P. 424–433. doi: 10.5694/mja2.51722
18. Haffner J., Lemaitre L., Puech P., et al. Role of magnetic resonance imaging before initial biopsy: comparison of magnetic resonance imaging-targeted and systematic biopsy for significant prostate cancer detection // *BJU Int.* 2011. Vol. 108, N 8 Pt 2. P. E171–E178. doi: 10.1111/j.1464-410X.2011.10112.x
19. Labanaris A.P., Zugor V., Smiszek R., et al. Guided e-MRI prostate biopsy can solve the discordance between Gleason score biopsy and radical prostatectomy pathology // *Magn Reson Imaging.* 2010. Vol. 28, N 7. P. 943–946. doi: 10.1016/j.mri.2010.03.041
20. Stephenson S.K., Chang E.K., Marks L.S. Screening and detection advances in magnetic resonance image-guided prostate biopsy // *Urol Clin North Am.* 2014. Vol. 41, N 2. P. 315–326. doi: 10.1016/j.ucl.2014.01.007
21. Vourganti S., Rastinehad A., Yerram N., et al. Multiparametric magnetic resonance imaging and ultrasound fusion biopsy detect prostate cancer in patients with prior negative transrectal ultrasound biopsies // *J Urol.* 2012. Vol. 188, N 6. P. 2152–2157. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.025
22. Siddiqui M.M., Rais-Bahrami S., Turkbey B., et al. Comparison of MR/ultrasound fusion-guided biopsy with ultrasound-guided biopsy for the diagnosis of prostate cancer // *JAMA.* 2015. Vol. 313, N 4. P. 390–397. doi: 10.1001/jama.2014.17942
23. Quentin M., Schimmöller L., Arsov C., et al. 3-T in-bore MR-guided prostate biopsy based on a scoring system for target lesions characterization // *Acta Radiol.* 2013. Vol. 54, N 10. P. 1224–1229. doi: 10.1177/0284185113492972
24. Hoeks C.M., Schouten M.G., Bomers J.G., et al. Three-Tesla magnetic resonance-guided prostate biopsy in men with increased prostate-specific antigen and repeated, negative, random, systematic, transrectal ultrasound biopsies: detection of clinically significant prostate cancers // *Eur Urol.* 2012. Vol. 62, N 5. P. 902–909. doi: 10.1016/j.eururo.2012.01.047
25. Marks L., Young S., Natarajan S. MRI-ultrasound fusion for guidance of targeted prostate biopsy // *Curr Opin Urol.* 2013. Vol. 23, N 1. P. 43–50. doi: 10.1097/MOU.0b013e32835ad3ee
26. Monni F., Fontanella P., Grasso A., et al. Magnetic resonance imaging in prostate cancer detection and management: a systematic review // *Minerva Urol Nefrol.* 2017. Vol. 69, N 6. P. 567–578. doi: 10.23736/S0393-2249.17.02819-3
27. Schlaier J.R., Warnat J., Dorenbeck U., et al. Image fusion of MR images and real-time ultrasonography: evaluation of fusion accuracy combining two commercial instruments, a neuronavigation system and a ultrasound system // *Acta Neurochir (Wien).* 2004. Vol. 146, N 3. P. 271–276. doi: 10.1007/s00701-003-0155-6
28. Pokorny M.R., de Rooij M., Duncan E., et al. Prospective study of diagnostic accuracy comparing prostate cancer detection by transrectal ultrasound-guided biopsy versus magnetic resonance (MR) imaging with subsequent MR-guided biopsy in men without previous prostate biopsies // *Eur Urol.* 2014. Vol. 66, N 1. P. 22–29. doi: 10.1016/j.eururo.2014.03.002
29. Kuru T.H., Roethke M.C., Seidenader J., et al. Critical evaluation of magnetic resonance imaging targeted, transrectal ultrasound guided transperineal fusion biopsy for detection of prostate cancer // *J Urol.* 2013. Vol. 190, N 4. P. 1380–1386. doi: 10.1016/j.juro.2013.04.043
30. Serefoglu E.C., Altinova S., Ugras N.S., et al. How reliable is 12-core prostate biopsy procedure in the detection of prostate cancer? // *Can Urol Assoc J.* 2013. Vol. 7, N 5-6. P. E293–E298. doi: 10.5489/cuaj.11224
31. Baco E., Ukimura O., Rud E., et al. Magnetic resonance imaging-transectal ultrasound image-fusion biopsies accurately characterize the index tumor: correlation with step-sectioned radical prostatectomy specimens in 135 patients // *Eur Urol.* 2015. Vol. 67, N 4. P. 787–794. doi: 10.1016/j.eururo.2014.08.077
32. Cerantola Y., Dragomir A., Tanguay S., et al. Cost-effectiveness of multiparametric magnetic resonance imaging and targeted biopsy in diagnosing prostate cancer // *Urol Oncol.* 2016. Vol. 34, N 3. P. 119.e1–119.e9. doi: 10.1016/j.urolonc.2015.09.010
33. Delongchamps N.B., Peyromaure M., Schull A., et al. Prebiopsy magnetic resonance imaging and prostate cancer detection: comparison of random and targeted biopsies // *J Urol.* 2013. Vol. 189, N 2. P. 493–499. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.195
34. Bax J., Cool D., Gardi L., et al. Mechanically assisted 3D ultrasound guided prostate biopsy system // *Med Phys.* 2008. Vol. 35, N 12. P. 5397–5410. doi: 10.1118/1.3002415
35. US Preventive Services Task Force; Grossman D.C., Curry S.J., et al. Screening for Prostate Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement // *JAMA.* 2018. Vol. 319, N 18. P. 1901–1913. Erratum in: *JAMA.* 2018. Vol. 319, N 23. P. 2443. doi: 10.1001/jama.2018.3710
36. Arnsrud Godtman R., Holmberg E., Lilja H., Stranne J., Hugosson J. Opportunistic testing versus organized prostate-specific antigen screening: outcome after 18 years in the Göteborg randomized population-based prostate cancer screening trial // *Eur Urol.* 2015. Vol. 68, N 3. P. 354–360. doi: 10.1016/j.eururo.2014.12.006
37. Engler J., Dahlhaus A., Güthlin C. The readiness of German GPs to recommend and conduct cancer screening is associated with patient-physician gender concordance. Results of a survey // *Eur J Gen Pract.* 2017. Vol. 23, N 1. P. 11–19. doi: 10.1080/13814788.2016.1240166
38. Nordström T., Aly M., Clements M.S., et al. Prostate-specific antigen (PSA) testing is prevalent and increasing in Stockholm County, Sweden, Despite no recommendations for PSA screening: results from a population-based study, 2003–2011 // *Eur Urol.* 2013. Vol. 63, N 3. P. 419–425. doi: 10.1016/j.eururo.2012.10.001
39. Van Poppel H., Roobol M.J., Chapple C.R., et al. Prostate-specific Antigen Testing as Part of a Risk-Adapted Early Detection Strategy for Prostate Cancer: European Association of Urology Position and Recommendations for 2021 // *Eur Urol.* 2021. Vol. 80, N 6. P. 703–711. doi: 10.1016/j.eururo.2021.07.024
40. Mottet N., van den Bergh R.C.N., Briers E., et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on Prostate Cancer-2020 Update. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent // *Eur Urol.* 2021. Vol. 79, N 2. P. 243–262. doi: 10.1016/j.eururo.2020.09.042
41. Collen S., Van Poppel H. Early detection and diagnosis of prostate cancer in well informed men: the way forward for Europe // *Belg J Med Oncol.* 2020. Vol. 14. P. 321–326.

- 42.** Louie K.S., Seigneurin A., Cathcart P., Sasieni P. Do prostate cancer risk models improve the predictive accuracy of PSA screening? A meta-analysis // *Ann Oncol.* 2015. Vol. 26, N 5. P. 848–864. doi: 10.1093/annonc/mdu525
- 43.** Ahmed H.U., El-Shater Bosaily A., Brown L.C., et al. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study // *Lancet.* 2017. Vol. 389, N 10071. P. 815–822. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32401-1
- 44.** Alberts A.R., Schoots I.G., Bokhorst L.P., et al. Characteristics of Prostate Cancer Found at Fifth Screening in the European Randomized Study of Screening for Prostate Cancer Rotterdam: Can We Selectively Detect High-grade Prostate Cancer with Upfront Multivariable Risk Stratification and Magnetic Resonance Imaging? // *Eur Urol.* 2018. Vol. 73, N 3. P. 343–350. doi: 10.1016/j.eururo.2017.06.019
- 45.** Palsdottir T., Nordstrom T., Karlsson A., et al. The impact of different prostate-specific antigen (PSA) testing intervals on Gleason score at diagnosis and the risk of experiencing false-positive biopsy recommendations: a population-based cohort study // *BMJ Open.* 2019. Vol. 9, N 3. P. e027958. doi: 10.1136/bmjopen-2018-027958
- 46.** Wynants L., van Smeden M., McLernon D.J., et al. Three myths about risk thresholds for prediction models // *BMC Med.* 2019. Vol. 17, N 1. P. 192. doi: 10.1186/s12916-019-1425-3
- 47.** Sonn G.A., Margolis D.J., Marks L.S. Target detection: magnetic resonance imaging-ultrasound fusion-guided prostate biopsy // *Urol Oncol.* 2014. Vol. 32, N 6. P. 903–911. doi: 10.1016/j.urolonc.2013.08.006
- 48.** Sonn G.A., Natarajan S., Margolis D.J., et al. Targeted biopsy in the detection of prostate cancer using an office based magnetic resonance ultrasound fusion device // *J Urol.* 2013. Vol. 189, N 1. P. 86–91. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.095
- 49.** Robertson N.L., Hu Y., Ahmed H.U., et al. Prostate cancer risk inflation as a consequence of image-targeted biopsy of the prostate: a computer simulation study // *Eur Urol.* 2014. Vol. 65, N 3. P. 628–634. doi: 10.1016/j.eururo.2012.12.057
- 50.** Radtke J.P., Schwab C., Wolf M.B., et al. Multiparametric magnetic resonance imaging (MRI) and MRI — transrectal ultrasound fusion biopsy for index tumor detection: correlation with radical prostatectomy specimen // *Eur Urol.* 2016. Vol. 70. P. 846–853. doi: 10.1016/j.eururo.2015.12.052
- 51.** Schröder F.H., Hugosson J., Roobol M.J., et al. Screening and prostate cancer mortality: results of the European Randomised Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC) at 13 years of follow-up // *Lancet.* 2014. Vol. 384, N 9959. P. 2027–2035. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60525-0
- 52.** Roobol M.J., Steyerberg E.W., Kranse R., et al. A risk-based strategy improves prostate-specific antigen-driven detection of prostate cancer // *Eur Urol.* 2010. Vol. 57, N 1. P. 79–85. doi: 10.1016/j.eururo.2009.08.025
- 53.** Meng X., Rosenkrantz A.B., Mendhiratta N., et al. Relationship Between Prebiopsy Multiparametric Magnetic Resonance Imaging (MRI), Biopsy Indication, and MRI-ultrasound Fusion-targeted Prostate Biopsy Outcomes // *Eur Urol.* 2016. Vol. 69, N 3. P. 512–517. doi: 10.1016/j.eururo.2015.06.005
- 54.** Vargas H.A., Hötter A.M., Goldman D.A., et al. Updated prostate imaging reporting and data system (PIRADS v2) recommendations for the detection of clinically significant prostate cancer using multiparametric MRI: critical evaluation using whole-mount pathology as standard of reference // *Eur Radiol.* 2016. Vol. 26, N 6. P. 1606–1612. doi: 10.1007/s00330-015-4015-6
- 55.** Radtke J.P., Wiesenfarth M., Kesch C., et al. Combined Clinical Parameters and Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Advanced Risk Modeling of Prostate Cancer-Patient-tailored Risk Stratification Can Reduce Unnecessary Biopsies // *Eur Urol.* 2017. Vol. 72, N 6. P. 888–896. doi: 10.1016/j.eururo.2017.03.039
- 56.** van Leeuwen P.J., Hayen A., Thompson J.E., et al. A multiparametric magnetic resonance imaging-based risk model to determine the risk of significant prostate cancer prior to biopsy // *BJU Int.* 2017. Vol. 120, N 6. P. 774–781. doi: 10.1111/bju.13814
- 57.** Muthigi A., George A.K., Sidana A., et al. Missing the Mark: Prostate Cancer Upgrading by Systematic Biopsy over Magnetic Resonance Imaging/Transrectal Ultrasound Fusion Biopsy // *J Urol.* 2017. Vol. 197, N 2. P. 327–334. doi: 10.1016/j.juro.2016.08.097
- 58.** Cash H., Günzel K., Maxeiner A., et al. Prostate cancer detection on transrectal ultrasonography-guided random biopsy despite negative real-time magnetic resonance imaging/ultrasonography fusion-guided targeted biopsy: reasons for targeted biopsy failure // *BJU Int.* 2016. Vol. 118, N 1. P. 35–43. doi: 10.1111/bju.13327
- 59.** Bryk D.J., Llukani E., Taneja S.S., et al. The Role of Ipsilateral and Contralateral Transrectal Ultrasound-guided Systematic Prostate Biopsy in Men With Unilateral Magnetic Resonance Imaging Lesion Undergoing Magnetic Resonance Imaging-ultrasound Fusion-targeted Prostate Biopsy // *Urology.* 2017. Vol. 102. P. 178–182. doi: 10.1016/j.urology.2016.11.017
- 60.** Porpiglia F., De Luca S., Passera R., et al. Multiparametric Magnetic Resonance/Ultrasound Fusion Prostate Biopsy: Number and Spatial Distribution of Cores for Better Index Tumor Detection and Characterization // *J Urol.* 2017. Vol. 198, N 1. P. 58–64. doi: 10.1016/j.juro.2017.01.036
- 61.** Fütterer J.J., Briganti A., De Visschere P., et al. Can Clinically Significant Prostate Cancer Be Detected with Multiparametric Magnetic Resonance Imaging? A Systematic Review of the Literature // *Eur Urol.* 2015. Vol. 68, N 6. P. 1045–1053. doi: 10.1016/j.eururo.2015.01.013
- 62.** Thompson J.E., Moses D., Shnier R., et al. Multiparametric magnetic resonance imaging guided diagnostic biopsy detects significant prostate cancer and could reduce unnecessary biopsies and over detection: a prospective study // *J Urol.* 2014. Vol. 192, N 1. P. 67–74. doi: 10.1016/j.juro.2014.01.014
- 63.** Delongchamps N.B., Portalez D., Bruguère E., et al. Are Magnetic Resonance Imaging-Transrectal Ultrasound Guided Targeted Biopsies Noninferior to Transrectal Ultrasound Guided Systematic Biopsies for the Detection of Prostate Cancer? // *J Urol.* 2016. Vol. 196, N 4. P. 1069–1075. doi: 10.1016/j.juro.2016.04.003
- 64.** Filson C.P., Natarajan S., Margolis D.J., et al. Prostate cancer detection with magnetic resonance-ultrasound fusion biopsy: The role of systematic and targeted biopsies // *Cancer.* 2016. Vol. 122, N 6. P. 884–892. doi: 10.1002/cncr.29874

- 65.** Rosenkrantz A.B., Verma S., Choyke P., et al. Prostate Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Imaging Targeted Biopsy in Patients with a Prior Negative Biopsy: A Consensus Statement by AUA and SAR // *J Urol*. 2016. Vol. 196, N 6. P. 1613–1618. doi: 10.1016/j.juro.2016.06.079
- 66.** Simmons L.A.M., Kanthabalan A., Arya M., et al. The PICTURE study: diagnostic accuracy of multiparametric MRI in men requiring a repeat prostate biopsy // *Br J Cancer*. 2017. Vol. 116, N 9. P. 1159–1165. doi: 10.1038/bjc.2017.57
- 67.** Hansen N.L., Kesch C., Barrett T., et al. Multicentre evaluation of targeted and systematic biopsies using magnetic resonance and ultrasound image-fusion guided transperineal prostate biopsy in patients with a previous negative biopsy // *BJU Int*. 2017. Vol. 120, N 5. P. 631–638. doi: 10.1111/bju.13711
- 68.** Radtke J.P., Kuru T.H., Bonekamp D., et al. Further reduction of disqualification rates by additional MRI-targeted biopsy with transperineal saturation biopsy compared with standard 12-core systematic biopsies for the selection of prostate cancer patients for active surveillance // *Prostate Cancer Prostatic Dis*. 2016. Vol. 19, N 3. P. 283–291. doi: 10.1038/pcan.2016.16
- 69.** Henderson D.R., de Souza N.M., Thomas K., et al. Nine-year Follow-up for a Study of Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging in a Prospective Prostate Cancer Active Surveillance Cohort // *Eur Urol*. 2016. Vol. 69, N 6. P. 1028–1033. doi: 10.1016/j.eururo.2015.10.010
- 70.** Frye T.P., George A.K., Kilchevsky A., et al. Magnetic Resonance Imaging-Transrectal Ultrasound Guided Fusion Biopsy to Detect Progression in Patients with Existing Lesions on Active Surveillance for Low and Intermediate Risk Prostate Cancer // *J Urol*. 2017. Vol. 197, N 3 Pt 1. P. 640–646. doi: 10.1016/j.juro.2016.08.109
- 71.** Recabal P., Assel M., Sjoberg D.D., et al. The Efficacy of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Imaging Targeted Biopsy in Risk Classification for Patients with Prostate Cancer on Active Surveillance // *J Urol*. 2016. Vol. 196, N 2. P. 374–381. doi: 10.1016/j.juro.2016.02.084
- 72.** Tran G.N., Leapman M.S., Nguyen H.G., et al. Magnetic Resonance Imaging-Ultrasound Fusion Biopsy During Prostate Cancer Active Surveillance // *Eur Urol*. 2017. Vol. 72, N 2. P. 275–281. doi: 10.1016/j.eururo.2016.08.023

AUTHORS' INFO

* **Giuseppe Guglielmi**, MD, Professor;
ORCID: 0000-0002-4325-8330;
e-mail: giuseppe.guglielmi@unifg.it

Valentina Testini, MD;
ORCID: 0000-0003-1231-5213;
e-mail: testinivalentina@gmail.com

Laura Eusebi, MD;
ORCID: 0000-0002-4172-5126;
e-mail: lauraeu@virgilio.it

Francesco Saverio Guerra, MD;
ORCID: 0000-0003-3923-3429;
e-mail: francesco.rino@gmail.com

Willy Giannubilo, MD;
e-mail: willygiannubilo@virgilio.it

Manuel Di Biase, MD;
e-mail: manuel.dibiase@ospedale.perugia.it

Annunziata Russo, MD;
ORCID: 0000-0002-4643-4280;
e-mail: tittyrosso-23@libero.it

05 ABTOPAX

* **Giuseppe Guglielmi**, MD, Professor;
ORCID: 0000-0002-4325-8330;
e-mail: giuseppe.guglielmi@unifg.it

Valentina Testini, MD;
ORCID: 0000-0003-1231-5213;
e-mail: testinivalentina@gmail.com

Laura Eusebi, MD;
ORCID: 0000-0002-4172-5126;
e-mail: lauraeu@virgilio.it

Francesco Saverio Guerra, MD;
ORCID: 0000-0003-3923-3429;
e-mail: francesco.rino@gmail.com

Willy Giannubilo, MD;
e-mail: willygiannubilo@virgilio.it

Manuel Di Biase, MD;
e-mail: manuel.dibiase@ospedale.perugia.it

Annunziata Russo, MD;
ORCID: 0000-0002-4643-4280;
e-mail: tittyrosso-23@libero.it

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку