



**EFSUMB**

European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology

**CHINESE TRANSLATION**

## **EFSUMB 教科书，第二版**

**编辑： Christoph F. Dietrich**

### **运动中肌肉损伤分型和管理**

**Fernando Jimenez Díaz<sup>1</sup>, Nirvikar Dahiya<sup>2</sup>, Christian Kollmann<sup>3</sup>**

**中文翻译与校对： 凌文武<sup>4</sup>, 刘琳<sup>5</sup>, 梁萍<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Professor in Sport Sciences Faculty. Castilla la Mancha University. Director of MSK US International Chair, UCAM. Spain; <sup>2</sup>Associate Professor, Chair Ultrasound Division, Department of Radiology. Mayo Clinic, Phoenix, Arizona, USA; <sup>3</sup>Assist. Prof. Dr. techn. Center for Medical Physics & Biomedical Engineering. Medical University of Vienna. Austria; <sup>4</sup>四川大学华西医院超声科, 成都, 中国; <sup>5</sup>郑州大学第一附属医院超声科, 郑州, 中国; <sup>6</sup>中国人民解放军总医院介入超声科, 北京, 中国

#### **通讯作者：**

Fernando Jiménez Díaz, 教授, M.D., Ph.D

Castilla la Mancha University. Campus Tecnológico Antigua Fábrica de Armas. Avd. Carlos II, s/n. Toledo 45071. Spain.

电子邮件: Josefernando.jimenez@uclm.es

## 引言

肌肉损伤在体育运动中非常常见[(1, 2)]，其发生率占有所有损伤中 10%到 55%之间[(3, 4)]。损伤的机制多种多样，包括瘀伤、拉伤或撕裂。肌肉撕裂是最不常见的损伤，而瘀伤和拉伤则占有所有肌肉损伤病例的 90%[(5)]。

在国际报道的文献中，有关肌肉损伤的定义和分类系统的信息很少。运动损伤分类的建立一直是一个重要的讨论话题。此外，由于肌肉的大小和形状不同，且具有复杂的功能和解剖结构，肌肉损伤一直难以定义和分类[(6)]。

肌肉损伤的评估应该从完整的病史开始，接着是包括触诊在内的详细体格检查，这可以帮助检测出肌肉损伤的范围[(5, 7, 8)]。超声检查尽管在肌肉创伤后 48 至 72 小时进行也是可以接受的，但最好能够在 2 到 48 小时内进行[(9)]，这个时间间隔允许损伤得到机化，并且组织显示出超声容易检测到的变化。

超声探头的选择取决于要检查的肌肉的大小和深度。常用的 7-12 MHz 的变频探头适用于大部分病例。对于非常肥胖的患者、肌肉肥大的患者或深层肌肉（如梨状肌）的研究，可能需要使用低频超声探头。在本章中，所有的图像都是使用 8-12 MHz 的变频探头沿着每块肌肉的短轴和长轴获得的。

磁共振 (magnetic resonance imaging, MRI)也有助于确认损伤的位置和肌腱是否受损[(7)]，尽管其灵敏度不足以准确测量肌肉组织损伤的程度。

## 肌肉损伤的旧分类模型

有些分类基于临床症状进行划分，这就是近年来出版了几种分类的原因。例如 O'Donoghue 发布的分类[(10)]，它将损伤的严重程度与组织损伤的数量以及相关的功能损失联系起来，设立了三个等级。一级没有明显的组织撕裂，二级伴有组织损伤和肌腱单位的力量减弱，三级为肌腱单位完全撕裂和功能完全丧失[(10)]。

另一位作者 Ryan，则采用了一种将股四头肌损伤分为 4 个等级的分类方法[(11)]。

Takebayashi 等人[(12)]首次发表了一种由基于超声图像的分类系统。在该分类系统中，1 级损伤指涉及小于 5%的肌肉受累；2 级损伤为部分撕裂，涉及到超过 5%的肌肉

受累；3 级损伤为完全撕裂。Peetrons 在 2002 年推荐了一种同样基于超声图像的分类 [(9)]。

然而，最常用的分类是基于 MRI 的分级系统，它设置了四个等级：0 级没有病理发现，1 级仅有肌肉水肿但没有组织损伤，2 级为部分肌肉撕裂，3 级为完全肌肉撕裂 [(13)]。

然而，最适合超声作为诊断工具使用的损伤分类是在慕尼黑共识声明中发布的 [(14)]。因此，我们推荐在运动中的肌肉损伤管理中遵循这一模型。

在运动环境中，第一类损伤是由外在机制或直接冲击引起的，其中包括肌肉擦伤，这在职业事故和体育活动中更为常见，尤其是在接触性运动和集体运动中。第二类损伤是由于会导致肌肉群突然紧张的剧烈运动和过度收缩造成的继发于内在创伤的损伤，这些损伤会引起纤维断裂。这类损伤在跳投和短跑运动员中非常常见，腓绳肌、股直肌和内侧腓肠肌更常受到影响。

## 基于超声检查的肌肉损伤分类

2012 年，15 位国际运动损伤专家根据他们对 400 多例职业运动员大腿损伤的共同经验，制定了将运动损伤分为 8 个类别的慕尼黑肌肉损伤分类 [(14)]。这个系统又将肌肉损伤分为三个类别：功能障碍、拉伤和挫伤。

慕尼黑共识声明是我们通常使用的分类模型，因为与其他分类不同，它完美适应于超声检查。这一共识区分了由间接肌肉障碍引起的损伤和直接肌肉损伤引起的损伤。第一组包括功能性肌肉障碍和结构性肌肉损伤。我们将根据这一共识声明描述这些肌肉损伤的超声特征。

## 直接肌肉损伤

挫伤是由直接非穿透性撞击到肌肉引起的急性损伤，通常影响大腿前部、大腿后部或上臂前外侧 [(15)]。当撞击发生在处于收缩阶段的肌肉上时，损伤影响最表层的纤维，而如果撞击发生在肌肉放松阶段时，损伤则达到靠近骨骼的深层纤维。

根据临床和超声征象，这类损伤可以分为三个等级。轻度或一级挫伤会导致少量毛细血管破裂，伴有少量出血，皮肤上出现小面积的瘀斑。屈曲痛只在完全屈曲时出

现。超声显示在皮下细胞组织和肌肉组织中出现小的高回声区，这是由于存在侵入间隙的炎性改变[图 1]。在二级挫伤中，肌纤维断裂导致挫伤，产生功能受限，允许屈曲 90 度以上。超声显示一个或多个边界不规则的无回声区，有时表现为低回声区 [图 2]。最后，在三级挫伤中，纤维和血管损伤的幅度更大，导致屈曲受限，低于 90 度，超声图像显示由肌纤维断裂引起的巨大的无回声水肿[图 3]。

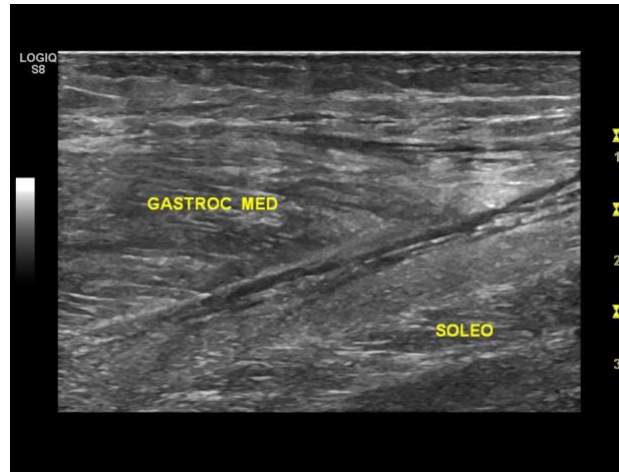


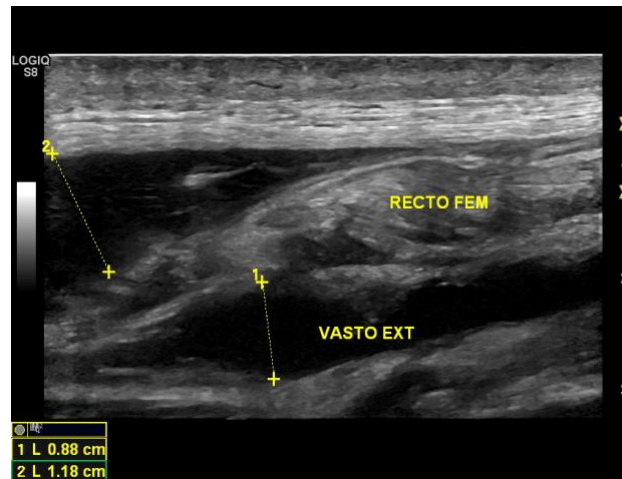
图 1 一级外源性肌肉损伤。腓肠肌内侧的纵断面图像显示，肌肉边界不规则且呈高回声，与挫伤相对应。比目鱼肌也受到了影响。

**GASTROC MED** 腓肠肌内侧 **SOLEO** 比目鱼肌



图 1 二级外源性肌肉损伤。股外侧肌和股直肌的纵断面图像显示出一个无回声区，无回声区渗润到这两块肌肉中。

**VASTO LATER** 股外侧肌 **RECTO FEM** 股直肌



**图 3** 三级外源性肌肉损伤。大腿外侧的超声检查显示查见一个无回声区，无回声区被分为两个部分（厚度分别为 0.88 厘米和 1.28 厘米），对应于钝性创伤产生的血肿。

#### RECTO FEM 股直肌 VASTO EXT 股外侧肌外源性损伤

最后，在一些挫伤中，皮下细胞组织受到影响而增厚，呈现高回声，有时伴有皮下脂肪和深筋膜之间的积液，也称为 Morel-Lavallee 积液[图 4]。



**图 4** Morel-Lavallee 积液。在本例患者中，可观察到一个位于皮下平面(SP)下方的边界清晰的无回声区，股外侧肌(VL)没有被影响。该图像对应 Morel-Lavallee 积液，是由于腿部挫伤所致。

SP 皮下平面 VL 股外侧肌

## 间接肌肉障碍或损伤

肌肉拉伤是一种在活动过程中发生的急性间接肌肉损伤，通常与从事足球、美式橄榄球、橄榄球和田径等强调速度和力量的运动时，在进行离心运动时收缩的肌肉过度拉伸有关[[16]]。在这些情况下，肌肉的弹性在肌肉离心运动期间增强。

在高要求的运动中由于肌肉离心运动引起的损伤风险会增加，并且在所有急性运动损伤中占很高比例。最常受伤的肌肉是腓绳肌、股直肌和腓肠肌内侧头。这些肌肉都有较高比例的 II 型纤维，这种纤维具有双羽状结构，跨越两个关节，通常在需要肌肉收缩的离心阶段受伤。尽管损伤通常由临床诊断，但影像学检查可以评估其范围和位置，以及与恢复时间、损伤后恢复和复发风险等相关的预后因素。

通过基于疾病的进展时间，间接肌肉障碍或损伤被分为了两类[[14]]。功能性肌肉障碍包括过度劳累相关的肌肉障碍和神经肌肉障碍（较少见），另一方面是结构性肌肉损伤，包括肌肉撕裂。

## 功能性肌肉障碍

功能性肌肉障碍，不管是否有结构性肌肉损伤，也可以被视为损伤，因为根据 Fuller 的标准[[17]]，功能性肌肉障碍会导致运动员在体育活动中损伤时间。这些障碍会给运动员带来功能上的限制，例如如果运动员不休息，则可能会发展成结构性损伤，那肌张力引起的疼痛会增加。由于没有结构性损伤的宏观证据，所以在影像学检查如磁共振成像或超声中看不到异常表现[[14]]。

这类疾病的其他特征还包括它们具有自限性演变，没有结构性损伤，并且预后良好。其中包括疲劳引起的肌肉障碍（慕尼黑共识 1A）和延迟发作的肌肉酸痛（或 Delayed-onset muscle soreness, DOMS）（慕尼黑共识 1B）。疲劳引起的肌肉障碍产生肌肉酸痛紧绷，随着活动的持续会增加，并且在休息时、活动中或活动后都可能引起疼痛。

延迟发作的肌肉酸痛或 DOMS 是在进行通常是离心的剧烈运动后 12 到 24 小时出现的疼痛，由肌束尤其是肌腱结合处的组织受累引起。运动强度，而非持续时间，与

发生 DOMS 的风险关系最为密切[[18]]。临床表现包括水肿性肿胀、肌肉僵硬和等长收缩时的疼痛。尽管多由临床诊断，但影像学检查在排除肌肉损伤中起着重要的作用。超声检查通常表现是正常的，偶尔也表现出弥漫性肌肉水肿[图 5]。

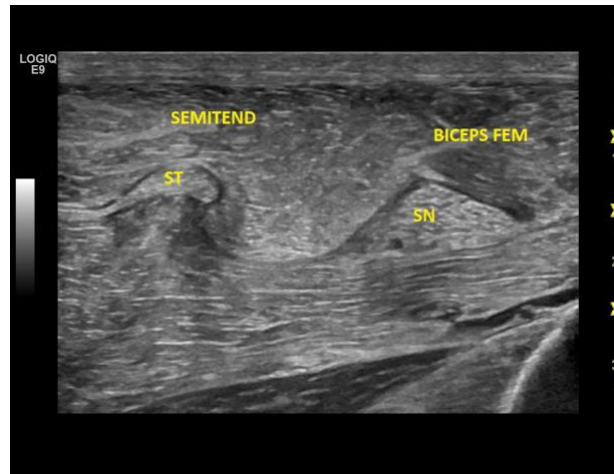


图 5 弥漫性肌肉水肿。超声检查大腿后侧能够看到高回声的腓绳肌。DOMS 肌肉的回声与坐骨神经 (SN) 和半膜肌肌腱(ST)很难区分。

SN 坐骨神经 ST 半膜肌肌腱 SEMITEND 半膜肌 BICEPS FEM 股二头肌

## 结构性肌肉损伤

这类间接肌肉损伤显示出结构性损伤，通常位于肌肉-肌腱连接处[[3, 5, 19]]，组织学改变的存在可以通过超声和 MRI 进行诊断。在肌肉损伤修复过程中，第一阶段的退行性改变持续 2-3 天，在炎症过程开始之前，几乎不产生任何组织学变化。因此，除非损伤较大或出血严重，否则在超声图像上不会看到任何变化[[20]]。所有病例均会出现急性疼痛，其中一些可能会出现水肿、血肿和功能障碍。这一类损伤包括肌肉伸长或肌肉拉伸或轻微部分撕裂（慕尼黑 3A），中度部分撕裂（慕尼黑 3B）以及完全或次全肌肉撕裂，在许多情况下伴有肌腱撕脱（慕尼黑 4）[[14]]。在所有这些病例中，影像学可以观察到受损区域，并确定撕裂的大小，以及产生的血肿的体积。

### 轻微部分撕裂或拉伸（慕尼黑3A）

此类损伤影响由一组被肌内膜包围的肌纤维形成的初级肌束。在撕裂病例中，这是最良性的并且预后最好的。它是由于肌纤维过度拉伸导致的肌肉牵张引起的。临床表现为疼痛，肌肉僵硬和紧张逐渐加剧以及痉挛样疼痛和功能性无力。休息时疼痛消失，简单或逆向的主动活动时疼痛增加，尽管这样的活动是可能的。在这种损伤中没有肿胀或瘀伤，触诊时疼痛加剧。尽管超声征象较少，但受影响的肌肉可能会增厚，存在小范围的低回声或高回声区，这改变了正常预期的肌肉形态[图 6]。此外，没有肌间隔中断，也没有血肿的形成。进行能量多普勒扫描时，通常会观察到血流信号增多 [(21, 22)][图 7]。

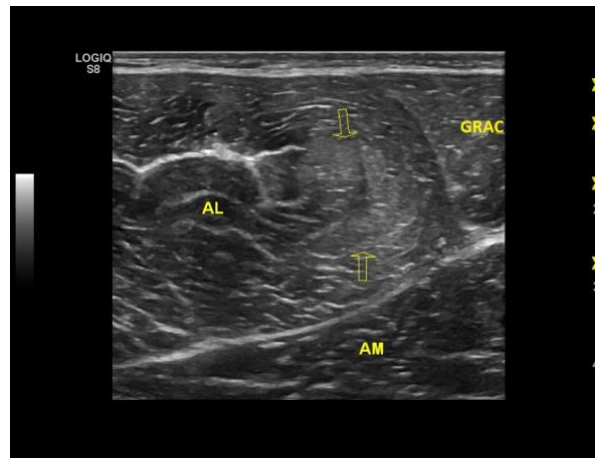


图 6 轻微部分撕裂。大腿内侧的横切面上，可以看到在长收肌（AL）的高回声区（箭头）。这个图像位于大收肌（AM）上方，靠近股薄肌（GRAC）。

AL 长收肌 AM 大收肌 GRAC 股薄肌

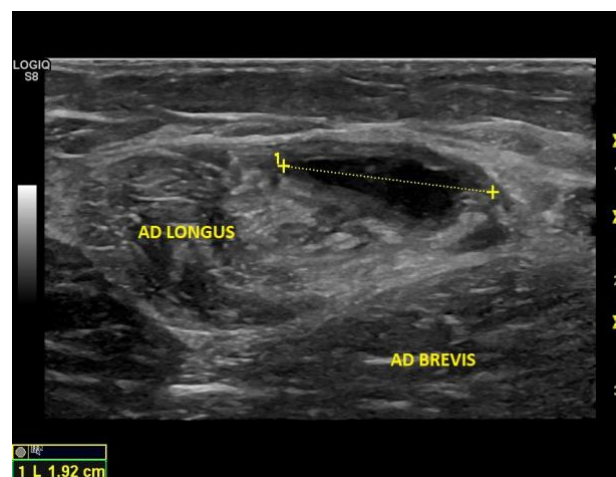


**图 7** 轻微部分撕裂。大腿后侧的纵断面图像显示，股二头肌内回声增强，边界不清晰。应用能量多普勒时血管增多。

### BICEPS FEM 股二头肌

#### 中度部分撕裂或部分撕裂（慕尼黑 3B）

在这类病例中，损伤影响到被肌束膜所包裹的次级肌束。主要的临床表现是在跑步或跳跃时出现急性疼痛，休息也不会缓解[(23)]。并且很快就会变成刺痛般的不适，伴随着功能性无力。在某些病例中，炎症可能会起伏，从而确认挫伤的产生。典型的超声征象是肌肉纤维形态被破坏的缺损和受伤区域内血肿的存在[图 8]。



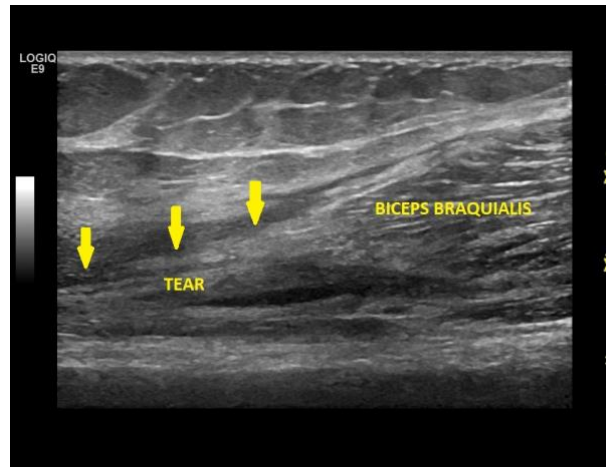
**图 8** 部分撕裂。通过在长收肌的短轴上进行检查，观察到肌腹有一个不规则的无回声区，对应于纤维撕裂和血肿的形成。

### AD LONGUS 长收肌 AD BREVIS 短收肌

#### 次全肌肉撕裂或和肌腱撕脱（慕尼黑 4 型）

在这类患者中，撕裂涉及次全/完整的肌肉横断面/骨-肌腱连接处的肌腱损伤。临床表现为突然的晕厥疼痛和撕裂感。运动员会感觉到一声“咔哒”声，这阻止了他/她按压，回缩在中断区域上方形成一个隆起[图 9]。在完全的肌肉撕裂中，损伤通常影响到

整个肌腹，超声检查提供的图像显示肌肉回缩并呈高回声，伴有断端间血肿的形成[图 9]。



**图 9** 次全肌肉撕裂。在本例患者中，肱二头肌的撕裂回缩形成远端残端（大力水手征）。在超声图像中，可以观察到断端之间的撕裂区域（箭头）。

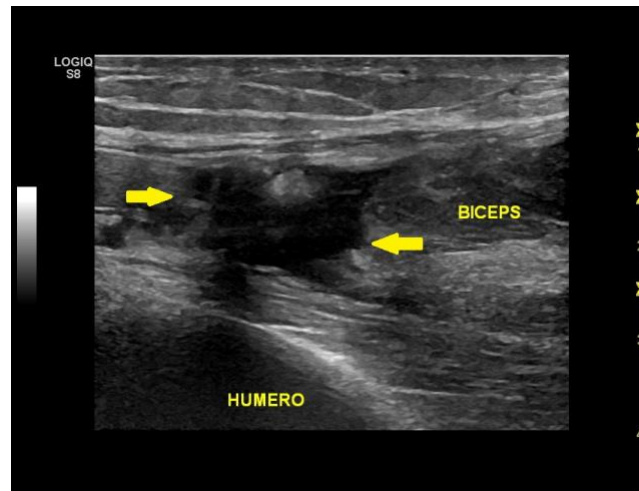
#### **TEAR 撕裂 biceps brachialis 肱二头肌**

当损伤进展时，血肿机化并在受损肌肉内出现瘢痕占据其内部，有时呈现出钟锤样的外观[图 10]。动态追踪扫查和加压操作可以显示撕裂肌肉末端的活动性，以及疤痕和纤维蛋白残留物的浮动特性，这些可以在血肿内部看到[图 11]。几天后，血肿被重吸收，肌肉呈现出低回声，并在其内部再生一些结缔组织间隔，呈线性高回声。



**图 10** 次全肌肉撕裂。在大腿内侧的短轴上，观察到长收肌（AL）的撕裂。一个大的血肿完全占据了这块肌肉原来的空间，不同于保持其纤维形态的短收肌（AB）和大收肌（AM）。

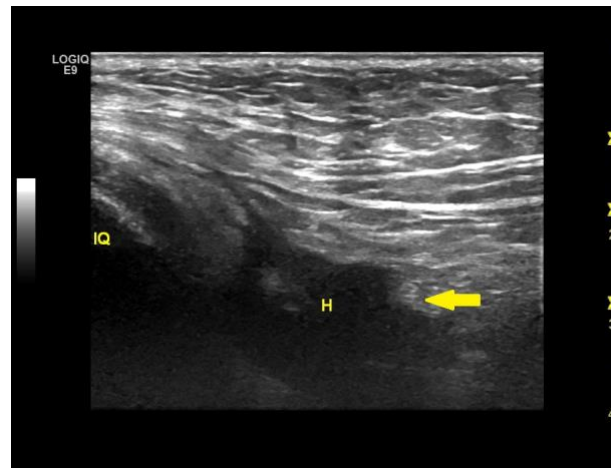
AL 长收肌 AB 短收肌 AM 大收肌



**图 11** 次全肌肉撕裂。在肱二头肌（近端部分）的长轴检查中，可以看到撕裂区域和漂浮在血肿内的残端（箭头）。

BICEPS 肱二头肌 HUMERO 肱骨

这类病例包括常见于股直肌、腓绳肌、长收肌的近端起点和半腱肌的远端止点的撕脱。临床表现为剧烈疼痛和功能丧失，此外还有可触及的缺陷和瘀斑。超声检查显示影响肌肉整个厚度的缺损，以及撕裂两端之间的液体积聚[(24)] [图 12]。



**图 12** 肌腱撕脱。这幅图像显示了总腱撕裂，表现为它与坐骨（箭头）之间由血肿（H）分隔。这是肌腱撕脱的超声表现。

### H 血肿 IQ 坐骨

## 根据撕裂发生的位置对肌肉损伤进行分类

上述分类系统并没有定义损伤的确切位置，尽管通过影像学检查，超声和 MRI 可以准确识别损伤的位置。因此，我们必须扩展该分类，提供有关肌肉损伤的范围和确切位置的数据。

在连接肌肉、肌腱和骨骼的链中，最容易发生损伤的薄弱部位会随年龄的增长而变化。在青少年时期，当在这条链上施加过大的应力时，骺板的生物力学弱点可能导致骨骺撕脱性骨折。在年轻人和成年人中，力学上的缺陷通常发生在肌腱连接处，导致此处断裂。一般来说，肌肉拉伤和完全撕裂最常发生在这些肌腱连接处，在这些部位肌腱从肌腹中脱离。通常，在肌肉离心运动中，当肌肉张力突然增加时，损伤位于肌外膜下区域。

然而，一般来说，筋膜和肌腹受伤的情况比肌腱连接处要少。这些筋膜损伤更常影响内侧腓肠肌和股二头肌，因为相邻肌腹的差异性收缩导致筋膜显著拉伸，从而引起由于牵拉而产生的腱膜损伤。

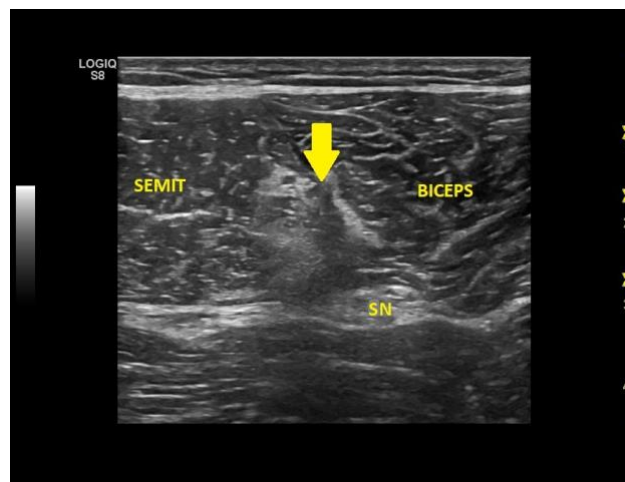
腓绳肌在近端水平上的损伤通常发生在肌腱连接处，这是一个由许多褶膜组成的过渡区，旨在增加连接处的面积，从而耗散能量。无论施加的力的类型和方向，以及肌肉结构如何，紧邻肌腱连接处的区域最容易受伤。

简而言之，目前提出了一种基于图像的分类方法，该方法通过发生损伤的解剖位置精确定义肌肉损伤，区分不同的损伤区域[(25)]。

因此，为了强调理想的分类系统应该报告肌肉损伤的范围、大小和确切位置的概念[(6)]，我们建议在慕尼黑共识的分类中增加一种由 Chan[(26)]提出的基于 MRI 和超声（ultrasound, US）获得的图像的分类系统来定位损伤位置。这种分类更精确地定义了肌肉不同区域撕裂的位置。超声检查对损伤区域的定位对治疗、预后和重返运动至关重要。通过这种分类，撕裂可以发生在近端和远端肌腱、近端和远端肌腱连接处（MTJ）以及肌腹。此外，在肌肉本身，损伤可以位于肌内、肌筋膜、肌筋膜/筋膜周围的、肌腱连接或甚至是联合水平的损伤。

### 近端肌腱连接处

撇开影响近端和远端肌腱的损伤不谈，我们首先看那些影响近端肌腱连接处的损伤（图 13）。



**图 13** 近端肌腱连接处撕裂。在股二头肌和半腱肌（SEMIT）之间的近端总腱的短轴检查中，我们可以看到低回声区（箭头），这对应于坐骨神经（SN）上方的撕裂。**SEMIT** 半腱肌 **SN** 坐骨神经 **BICEPS** 股二头肌

## 肌腹

其次，描述了影响肌肉近端、中部和远端部分的损伤，在这三种类型中，损伤可以是肌内的[图 14]，肌筋膜的[图 15]，与肌筋膜周围相关的[图 16]，肌腱连接处以及联合水平的损伤。



**图 14** 肌内撕裂。在半腱肌（ST）的短轴研究中，可以看到其纤维的破坏和其内的低回声血肿（箭头）。

## ST 半腱肌



图 15 肌筋膜撕裂。在股二头肌远端短轴检查中，我们可以看到影响到股二头肌长头（LH）的肌筋膜撕裂区域（箭头）。

### LH 股二头肌长头

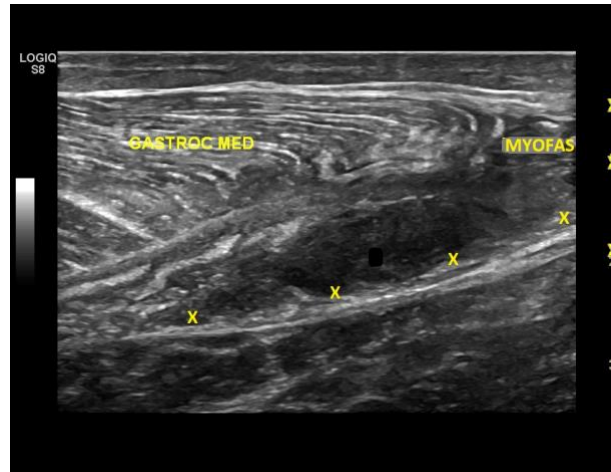


图 16 与肌腱膜撕裂相关的肌筋膜损伤。在小腿的长轴检查中，可以看到腓肠肌内侧的肌筋膜撕裂，并伴有肌腱膜性撕裂(X)。GASTROC MED 腓肠肌内侧 MYOFAS 肌腱膜

### 远端肌腱连接处

最后，在最后一类型的损伤中，远端肌腱连接处受到影响，导致肌腱纤维从其自身的肌外膜解体[图 17]。



**图 17** 远端肌腱连接处撕裂。肱二头肌远端部分的纵断面检查显示撕裂肌肉的断端之间存在血肿（箭头）。**BICEPS BRAUIAL** 肱二头肌

## 结论

反复的体育锻炼和运动导致大量的肌肉损伤。关于其治疗和解决方法的临床研究很少。

损伤的机制可能继发于多种原因，但在多关节肌肉中，在与疲劳增加和不利环境条件有关的情况下，损伤更为常见。

我们推荐遵循慕尼黑肌肉损伤分类。它将损伤分为在成像上未显示出变化的功能型和在超声和 MRI 上可见的结构型损伤。此外，还可以根据损伤的大小进行分类。

在分类中增加损伤的位置信息也是有必要的。为此，Chan 的分类允许使用超声根据受损伤影响的区域来划分。这一诊断信息非常重要，因为它可以决定治疗的类型、预后以及运动员再次比赛前的休息时间。

## 参考文献

1. Alonso JM, Junge A, Renström P, Engebretsen L, Mountjoy M, Dvorak J. Sports injuries surveillance during the 2007 IAAF World Athletics Championships. *Clin J Sport Med.* 2009;19(1):26-32.
2. Malliaropoulos N, Isinkaye T, Tsitas K, Maffulli N. Reinjury after acute posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39(2):304-10.
3. Garrett WE, Jr. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med.* 1996;24(6 Suppl):S2-S8.
4. Beiner JM, Jokl P. Muscle contusion injuries: current treatment options. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9(4):227-37.
5. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005;33(5):745-64.
6. Armfield DR, Kim DH-M, Towers JD, Bradley JP, Robertson DD. Sports-related muscle injury in the lower extremity. *Clin Sports Med.* 2006;25(4):803-42.
7. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sports Med.* 2007;35(2):197-206.
8. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *Am J Sports Med.* 2008;36(9):1799-804.
9. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol.* 2002;12(1):35-43.
10. O'Donoghue DH. Introduction. Treatment of injuries to athletes. 1962. *Clin Orthop Relat Res.* 2002(402):3-8.
11. Ryan AJ. Quadriceps strain, rupture and charlie horse. *Med Sci Sports.* 1969;1:106–11.
12. Takebayashi S, Takasawa H, Banzai Y, Miki H, Sasaki R, Itoh Y, et al. Sonographic findings in muscle strain injury: clinical and MR imaging correlation. *J Ultrasound Med.* 1995;14(12):899-905.
13. Stoller DW. MRI in orthopaedics and sports medicine. 3rd ed. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott; 2007.
14. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013;47(6):342-50.

15. Flores DV, Mejía Gómez C, Estrada-Castrillón M, Smitaman E, Pathria MN. MR Imaging of Muscle Trauma: Anatomy, Biomechanics, Pathophysiology, and Imaging Appearance. *Radiographics*. 2018;38(1):124-48.
16. Hayashi D, Hamilton B, Guermazi A, de Villiers R, Crema MD, Roemer FW. Traumatic injuries of thigh and calf muscles in athletes: role and clinical relevance of MR imaging and ultrasound. *Insights Imaging*. 2012;3(6):591-601.
17. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Clin J Sport Med*. 2006;16(2):97-106.
18. Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc*. 1984;16(6):529-38.
19. Clanton TO, Coupe KJ. Hamstring strains in athletes: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 1998;6(4):237-48.
20. Huard J, Lu A, Mu X, Guo P, Li Y. Muscle Injuries and Repair: What's New on the Horizon! *Cells Tissues Organs*. 2016;202(3-4):227-36.
21. Jiménez Díaz JF. Eco Musculoesquelética nivel 3 avanzado. Marbán2017.
22. Jiménez Díaz JF, Goitz H, Bouffard A. Diagnóstico clínico y ecográfico de las lesiones musculares. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2010;27(138):291-302.
23. Jiménez Díaz JF. Lesiones musculares en el deporte. *International Journal of Sport Science*. 2006;11(11):55-67.
24. Muñoz CS, Astudillo AC, Miranda VE, Albarracín GJ. Lesiones musculares deportivas: Correlación entre anatomía y estudio por imágenes. *Revista Chilena de Radiología*. 2018;24(1):22-33.
25. Guermazi A, Roemer FW, Robinson P, Tol JL, Regatte RR, Crema MD. Imaging of Muscle Injuries in Sports Medicine: Sports Imaging Series. *Radiology*. 2017;282(3):646-63.
26. Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(11):2356-62.