Болезненные ощущения в мышцах   
  
Выполнение физических упражнений, в том числе упражнений на растягивание, может вызывать различной степени дискомфорт, болезненные ощущения, возникающие во время или сразу после выполнения упражнений или проявляющиеся спустя 24-48 ч после физической нагрузки. В начале мы рассмотрим эти два вида болезненных ощущений.  
  
Существует пять основных предположений о сущности и природе болезненных ощущений в мышцах:  
• поврежденной или разорванной мышце;  
• поврежденной соединительной ткани;  
• метаболическом накоплении или осмотическом давлении и опухании;  
• молочной кислоте;  
• локализованном спазме двигательных единиц.  
  
ГИПОТЕЗА О ПОВРЕЖДЕННОЙ ИЛИ РАЗОРВАННОЙ МЫШЦЕ  
  
Хок первым высказал предположение, что болезненные ощущения в мышцах могут быть обусловлены определенным повреждением в самой мышце. Иными словами, они являются непосредственным результатом травмы, обусловленной микроскопическим разрывом мышечных волокон. Однако, как считает де Вриес, подобная травма встречается, по-видимому, значительно реже, чем думают спортсмены и тренеры. Он подчеркивает, что «как-то нелогично считать, что ткань повреждается в результате специально дифференцированной функции» . В то же время ученый отмечает, что некоторые виды активности могут приводить к болезненным ощущениям в мышцах, включая:  
• интенсивные сокращения в момент, когда мышца находится в укороченном состоянии;  
• мышечные сокращения, включающие резкие или некоординированные движения. В этом случае некоторые волокна могут временно подвергаться чрезмерной нагрузке, если полная нагрузка действует на мышцу до того, как произошло рекрутирование достаточного числа двигательных единиц;  
• активность, включающую повторение одного и того же движения в течение продолжительного периода времени;  
• баллистические движения, поскольку в конце такого движения его прекращение осуществляется мышцей и ее соединительными тканями, что вызывает рефлекторные сокращения в тот момент, когда мышца форсированно удлиняется.  
  
Однако с момента исследований де Вриеса были достигнуты значительные успехи в области технологий, что позволило научно обосновать данную гипотезу, являющуюся, скорее всего, наиболее верной. За последние 25 лет было сделано множество фотографий, из которых ясно видно повреждение внутренней структуры саркомера после физической нагрузки . На фотографиях четко видны механические повреждения Z-линий. Полученные результаты показывают, что во время чрезмерной нагрузки Z-линии оказываются потенциально слабым звеном в сократительной цепочке миофибрилл (рис. 9.1, и 2). В обоих саркомерах показано расположение промежуточных филаментов, состоящих, главным образом, из белка десмина, которые связывают соседние миофибриллы вдоль и поперек у Z-линии и окружают ее двойной структурой. На верхнем саркомере показано расположение небулина, который проходит параллельно актину в I-диске. На нижнем саркомере показано предположительное местонахождение титина, который растягивает на всю длину половину саркомера и прикрепляется к миозину в А-диске. Показано схематическое изображение предполагаемых воздействий интенсивной физической нагрузки на экзосаркомерную систему промежуточных филаментов. Вверху — перед выполнением физической нагрузки промежуточные филаменты проходят между соприкасающимися миофибриллами, соединяя их у Z-линий и М-линий, сохраняя осевую структуру. Внизу после физической нагрузки многие межмиофибриллярные соединения разру¬шаются и Z-линии утрачивают свою поперечную структуру. Некоторые Z-линии полностью исчезают, двойная структура промежуточных филаментов расщепляется, что ведет к образованию новых саркомеров. Миозин нередко утрачивает свое центральное расположение в саркомере рис2.  
  
Эта гипотеза включает в себя и такие явления, как повреждение саркоплазматического ретикулума и системы Т-трубочек. Оба эти повреждения отрицательно влияют на метаболизм кальция в мышечных клетках.  
  
Для проверки верности этой гипотезы использовали также биохимическое тестирование. Эбрахем анализировал взаимосвязь между отсроченным возникновением болезненных ощущений в мышцах и выделением миоглобина с мочой. Считается, что миоглобин выводится из мышцы в сосудистую систему во время мышечной травмы. Результаты, полученные ученым, оказались неубедительными. Еще одним потенциаль¬ным индикатором повреждения мышцы является фермент креатинкиназа. В исследовании, проведенном Бурнсом с коллегами, наблюдали по¬вышенную концентрацию этого фермента после выполнения физической нагрузки.  
  
Рис.1. Схематическое изображение предполагаемого расположения цитоскелетных элементов в саркомере и вокруг него  
Рис. 2. Схематическое изображение предполагаемых воздействий интенсивной физической нагрузки на экзосаркомерную систему промежуточных филаментов  
  
ГИПОТЕЗА О ПОВРЕЖДЕННОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ  
  
Кроме сократительной ткани, в мышце может повреждаться и соединительная ткань. Результаты исследований, проведенных Эбрахемом, подтверждают теорию, согласно которой отсроченное возникновение болезненных ощущений в мышцах тесно связано с раздражением соединительной ткани. Проведенные исследования продемонстрировали наличие значительной положительной корреляции между концентрацией гидроксипролина в моче и субъективным проявлением болезненных ощущений в мышцах. Гидроксипролин — маркер продукта распада соединительной ткани и индикатор метаболизма коллагена. Таллсон и Армстронг (1968, 1981) также нашли доказательства взаимосвязи между болезненными ощущениями в мышцах и раздражением или повреждением соединительной ткани. Предположение основано на том факте, что степень повреждения соединительных тканей оказывается выше после экс¬центрических сокращений, вследствие воздействия на них большего пассивного напряжения.  
  
ГИПОТЕЗА О МЕТАБОЛИЧЕСКОМ НАКОПЛЕНИИ ИЛИ ОСМОТИЧЕСКОМ ДАВЛЕНИИ И ОТЕЧНОСТИ  
  
Отсроченное возникновение болезненных ощущений в мышцах также связывают с накоплением побочных продуктов метаболизма, включая молочную кислоту (побочный продукт анаэробного метаболизма), калий (внеклеточный) и другие метаболиты, которые приводят к повышению ос¬мотического давления внутри и извне мышечных волокон. Это, в свою очередь, способствует задержке гидратации, и, как следствие, возникновению отеков и ощущению давления на чувствительные нервы.  
  
Стаубер высказал предположение, что дискомфорт и отек, возникающие при отсроченном возникновении болезненных ощущений в мышцах, напоминают синдром мини-компартмента и что внеклеточное пространство — главный содействующий фактор. Фриден, Сфакианос и Харгенс, а также Уолленстен и Эклунд в своих исследованиях наблюдали увеличение давления тканевой жидкости в мышцах, сокращавшихся эксцентрически. Хауэлл с коллегами предложили сравнить мышцу с баллоном, наполненным водой и помещенным в нейлоновый чулок. «Наличие баллона предотвращает растягивание чулка на всю длину. Точно так же жидкость в отеке, находящемся в трехмерной матрице эндомизия, перимизия и эпимизия, будет ограничивать их растяжение». Именно повышенный объем жидкости оказывает воздействие пассивного напряжения на чулок. С этим напряжением связаны ощущения боли, опухоли и тугоподвижности. Хауэлл с коллегами высказали также предположение, что медленное растягивание с преодолением начального барьера тугоподвижности может «представлять собой процесс выжимания воды из матрикса перимышечной соединительной ткани в интерфасциальные плоскости».  
  
Следует, однако, отметить целый ряд проблем, возникающих в связи с выдвинутыми предположениями. Самые сильные болезненные ощущения в мышцах, как правило, после физических нагрузок, включающих выполнение эксцентрической работы, во время которой в момент сокращения мышца удлиняется. Результаты исследований показывают, что эксцентрические сокращения связаны с меньшим потреблением энергии или кислорода, чем концентрические. Кроме того, в ряде исследований более высокая электромиографическая (ЭМГ) активность отмечена при выполнении концентрической работы с определенной нагрузкой, в отличие от эксцентрической. И наконец, предположение о том, что повышенное внутримышечное давление является причиной болевых ощущений, опровергают Д.А. Джонс, Ньюхем, Облеттер и Джиамберардино. Основанием для этого является тот факт, что во время изометрических сокращений внутримышечное давление может увеличиться до нескольких сот миллиметров ртутного столба . Однако это давление не ощущается как болезненное. Более того, даже в болезненных мышцах изометрические сокращения не усугубляют болевых ощущений.  
  
ГИПОТЕЗА О МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЕ  
  
Одно из первых и наиболее популярных объяснений немедленного или отсроченного возникновения болезненных ощущений в мышцах связывают с накоплением продуктов распада, и особенно молочной кислоты. Молочная кислота — побочный продукт метаболизма и образуется только при отсутствии кислорода. Следовательно, ее накопление происходит при недостаточном кровоснабжении мышц. Таким образом, молочная кислота не является фактором, обусловливающим болезненные ощущения после пассивных упражнений и большинства программ статического рас¬тягивания.  
  
ГИПОТЕЗА О ЛОКАЛИЗОВАННОМ СПАЗМЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ  
  
Как утверждается в многочисленных работах де Вриеса отсроченные локализованные болезненные ощущения в мышцах, возникающие после выполнения непривычной физической нагрузки, обусловлены тоническим, локализованным спазмом двигательных единиц, число которых колеблется в зависимости от степени болевых ощущений:  
1. Физическая нагрузка, превышающая минимальный уровень, приводит к определенной степени ишемии (т.е. временному дефициту кровоснабжения) в активной мышце.  
2. Ишемия вызывает боль в мышце. Вероятно, она возникает в результате передачи Р-субстанции (определенной болевой субстанции) через мембрану мышечной клетки в тканевую жидкость, из которой получает доступ к болевым окончаниям.  
3. Результирующая боль впоследствии вызывает защитное, рефлексивное, тоническое мышечное сокращение.  
4. Тоническое сокращение затем вызывает локализованные участки ишемии в мышечной ткани и, таким образом, возникает замкнутый круг, ведущий к локальному, тоническому мышечному спазму.  
  
Используя специально разработанное оборудование, де Вриес выявил положительную взаимосвязь между степенью обусловленных физической нагрузкой болевых ощущений и уровнем электрической активности мышцы. Он также обнаружил, что статическое растягивание приносит симптоматическое облегчение, а также вызывает существенное снижение электрической активности в болезненных мышцах.  
  
При попытке повторить эксперимент де Вриеса, Эбрахем не сумел выявить значительные изменения ЭМГ в результате обусловленных болезненных ощущений в мышцах. Не сумели подтвердить результаты де Вриеса также Талаг , Торген и Ньюхем с коллегами Более того, согласно современным данным, наличие повышенной электрической активности в расслабленных болезненных мышцах представляется маловероятным . Это указывает на необходимость проведения дополнительных исследований.  
  
Источник : [http://articles.fitness-pro.ru/](http://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Farticles.fitness-pro.ru%2F&post=-25740422_139944)

