

ЛЕКЦИЯ

© В.А. Епифанов, А.В. Епифанов, 2001

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОСЛЕДСТВИЙ ТРАВМЫ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В.А. Епифанов, А.В. Епифанов

Московский государственный медико-стоматологический университет



В самой общей форме основные факторы травматической болезни можно представить следующим образом (схема 1): травмирующий фактор действует на органы и ткани, вызывая их повреждение. В результате этого происходит деструкция клеток и выход их содержимого в межклеточную среду; другие клетки подвергаются контузии, вследствие чего нарушаются их метаболизм и присущие им функции. Первично (в результате действия травмирующего фактора) и вторично (вследствие изменения тканевой среды) раздражаются многочисленные рецепторы в ране, что субъективно воспринимается как боль, а объективно характеризуется многочисленными реакциями органов и систем.

Местные и общие процессы вызывают сдвиги гомеостаза. Часть этих сдвигов носит адаптивный характер, а другие — в результате истощения адаптивных механизмов или их извращения — приводят к стойким изменениям жизненно важных параметров гомеостаза, вследствие чего развивается травматическая болезнь. При этом важно подчеркнуть, что на определенном этапе травматической болезни наблюдается неустойчивое равновесие между процессами патологическими и адаптивными, что можно охарактеризовать как состояние прешока. Направление дальнейшего развития процесса во многом зависит от исходного состояния организма, его наследственных, конституциональных свойств, реактивности, перенесенных заболеваний, возраста пострадавшего, а также от условий, которые предшествовали травме, сопутствовали ей и оказывали влияние на организм в посттравматическом периоде.

В принципе из всей многочисленной литературы по данному вопросу можно сделать несколько выводов, представляющих интерес для анализа травматической болезни.

1. Боль является лишь субъективным компонентом чрезмерного или неадекватного раздражения рецепторов и нервных проводников, которое вызывает ряд вполне объективных сдвигов гомеостаза; важнейшим среди этих сдвигов является так называемая болевая доминанта в нервной системе, которая подавляет другие ее функции, в том числе и внешние ассоциативные. Наряду с этим возникает типичная оборонительная реакция со стереотипным сопровождением. В составе вегетативной реакции

важнейшими компонентами являются: выброс катехоламинов и соответствующие сдвиги функционирования сердечно-сосудистой системы, дыхания и метаболизма, активация гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы.

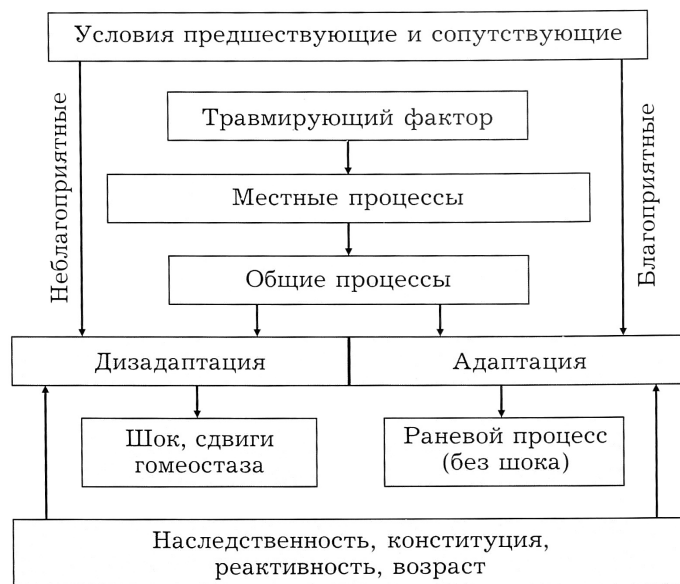
2. Эффекты болевого раздражения зависят от его интенсивности. Слабое и умеренное раздражение вызывает стимуляцию многих адаптивных механизмов (лейкоцитоз, фагоцитоз, усиление функции ретикуло-эндотелиальной системы и др.); сильное раздражение угнетает адаптивные механизмы.

3. Чрезмерное и длительное болевое раздражение может вызвать развитие так называемого болевого шока, который в эксперименте моделируется длительным раздражением нервных стволов (Кулагин В.К., 1978).

4. Боль и вся обстановка в момент получения травмы, безусловно, вызывают эмоциональный стресс, психическое напряжение, чувство тревоги и опасности, что еще более усиливает нейровегетативную реакцию.

Итак, в основе последствий травмы лежат главным образом нарушения афферентации от поврежденного органа или конечности. При длительной им-

Схема 1. Основные факторы этиологии травматической болезни (Кулагин В.К., 1978)



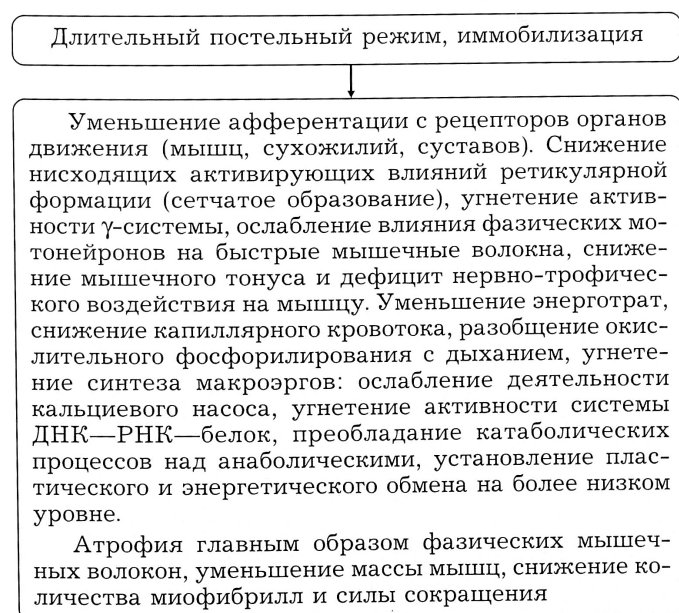
мобилизации — например, травмированной конечности, постепенно затухает афферентная импульсация, развивается функциональная моторная денервация. Появляются функциональные, а затем и морфологические изменения на периферии — в мышцах, суставах пораженной конечности (схема 2).

Длительный постельный режим (гипокинезия) усугубляет любое заболевание (повреждение) и приводит к патологии не только всего нервно-мышечного аппарата, но и внутренних органов, а также к нарушению нервной трофики организма. Эти явления изучены в исследованиях с длительным неподвижным состоянием здоровых людей, у которых таким образом вызывались симптомы гипокинетической болезни. В основе патогенеза этой болезни лежит дефицит проприоцепции, или «моторный голод», в результате выпадения самого мощного естественного рефлекторного стимулятора всех физиологических функций организма и нервно-психического тонуса.

Проприоцепторы (моторный анализатор в целом) имеют важное трофическое значение. Это доказывается как негативным методом — фактом развития гипокинетического синдрома при выключении проприоцептивной афферентации, так и позитивным — возникновение проприоцептивных влияний способствует восстановлению нормальных физиологических функций. В этом и заключается профилактическая роль оптимального двигательного режима у больных с повреждением опорно-двигательного аппарата.

Дозированная и проводимая под контролем специалиста систематическая физическая тренировка моторно-висцеральных рефлексов превращает последние в важнейший «механизм выздоровления» при повреждениях локомоторного аппарата, реализующийся путем улучшения его трофики. Функциональная пластичность и приспособление активности проприоцепторов к текущим потребностям организма

Схема 2. Патофизиологические механизмы последствий травмы (Кулагин В.К., 1978)



обеспечиваются специальным рефлекторным механизмом. Существует симпатическая (по Л.А. Орбели), или γ -афферентная (по Р. Граниту), иннервация мышечных рецепторов. Афферентные импульсы, идущие по этим нервам к рецепторам, оказывают трофическое действие, регулируя таким образом их возбудимость и активность. В свою очередь активность проприоцепторов определяет интенсивность их рефлекторно-трофических влияний на различные системы организма. В механизмах саморегуляции рецепторов различают динамические и статические γ -афференты (Гранит Р., 1966).

В литературе по моторно-висцеральным рефлексам вопрос о нервной трофике рассматривается следующим образом: рабочая доминанта организма подчиняет себе все вегетативные функции, в том числе трофические. Проприоцептивные импульсы вызывают изменение деятельности центральной нервной системы, ее трофических функций, что и сказывается на пораженных органах. Положение А.Д. Сперанского — «нервная система в такой же мере иннервирует ткань, в какой ткань «иннервирует» нервную систему — больше всего относится к мышцам и их рецепции (схема 3).

Проприоцепция стимулирует прежде всего обмен веществ в нейронах моторного анализатора, приспособляя соответствующим образом и васкуляризацию их. Через них проприоцепция оказывает трофическое действие на мускулатуру тела и внутренние органы, т.е. в конечном счете на весь организм. Без достаточной афферентной стимуляции процессов питания и обмена веществ в самих центральных нейронах не может быть надежной рефлекторно-трофической регуляции всех органов тела.

Мышечная деятельность (широкое применение средств физической реабилитации), активизируя проприоцепцию, оказывает вторичное действие на афферентные приборы кожи по механизму: проприоцепция → центральная нервная система → вегетативная иннервация → сосуды кожи. Проприоцептивные (кинестетические) импульсы, возникающие при напряжении скелетных мышц (например, при использовании различных физических упражнений), вызывают рефлекторные сдвиги в различных вегетативных системах организма и имеют полиэффекторное выражение. Среди массы этих связей можно выделить специальную группу моторно-кожных вегетативных рефлексов. Моторно-кожные (васкулярные) рефлексы, обусловленные мышечной деятельностью, замыкаются на разных уровнях центральной нервной системы, приобретая надсегментарный характер. Проприоцептивная афферентация возбуждает сосудодвигательные центры, что на периферии проявляется усилением тонуса кольцевой мускулатуры кровеносных сосудов, обладающих постганглионарными симпатическими волокнами. Мышечная работа обычно вызывает симпатикотонию, которая должна рассматриваться как нормальная реакция организма. В процессе эволюционного развития эта реакция приобретает несомненный физиологический смысл, обуславливая готовность организма к экстремальным ситуациям.

Схема 3. Патология физиология скелетных мышц при физических нагрузках (Кулагин В.К., 1978)

Функциональная нагрузка на мышцу
(физические упражнения, массаж, тренажеры и др.)

Возрастание афферентации с работающих мышц и суставов, повышение возбудимости симпатико-адреналовой системы, увеличение содержания катехоламинов в крови, усиленное поступление глюкозы и неэстерифицированных жирных кислот из депо в кровь, повышение чувствительности тканей к адреналину, активация ферментативного расщепления аденозинмонофосфата.

Местная мышечная вазодилатация, увеличение утилизации глюкозы из крови и расщепления гликогена в мышечных волокнах. Активация анаэробного гликолиза, снижение содержания креатинфосфата, прогрессирующее накопление в мышцах лактата и пирувата, неорганического фосфора, ацетил-КоА, подавление окисления углеводов, ацидоз.

Переключение обмена на липидные источники энергии с последующим накоплением неэстерифицированных жирных кислот в митохондриях и угнетением в них аэробных окислительных процессов. Дефицит макроэргов, нарушение активности Na/K-насоса, замедление распространения тока действия, угнетение кальциевого насоса и сократительной способности миофибрилл.

Усиление нервно-трофического влияния на мышцу, активация системы ДНК—РНК—белок в мышечных клетках, усиление белкового синтеза, особенно миофибриллярных белков; возрастание мощности энергетических систем анаэробного и особенно аэробного синтеза макроэргов за счет усиления утилизации липидов и углеводов.

Повышение устойчивости продуктов расщепления АТФ к дезаминированию, лучшее сохранение баланса АТФ в мышечных волокнах, более высокая работоспособность мышцы.

Увеличение размеров мышечных волокон (рабочая гипертрофия).

В случае перенапряжения — ацидоз, угнетение деятельности кальциевого насоса, усиление катаболизма белков, глубокие нарушения деятельности ферментов окислительного фосфорилирования, резкий дефицит катехоламинов и макроэргов, повреждение клеточных органелл, утрата способности мышцы к сокращению, снижение мышечного тонуса.

ренной мобилизации адаптивных механизмов под действием различных раздражителей по принципу охранительного возбуждения.

Фазный характер изменений температуры кожных покровов под влиянием средств лечебной физкультуры (массаж, физические упражнения и др.) объясняется динамикой основных нервных процессов в сосудодвигательных центрах и характеризует соотношение возбуждения и торможения. Мышечная деятельность усиливает процесс возбуждения в сосудодвигательных центрах, в результате чего кожная температура снижается. По мере увеличения физической нагрузки начинает превалировать тормозной процесс, и температура кожи изменяется в противоположном направлении.

С современных физиологических позиций, непосредственное влияние физических упражнений, приемов массажа на скорость кровотока представ-

ляет собой интегральный результат активизирующего действия проприоцепторов на функции вегетативных нервных центров. Усиливающаяся при мышечной деятельности проприоцептивная афферентация вызывает сопряженные изменения лабильности и возбудимости указанных центров, а следовательно, закономерно изменяется уровень функционирования всей системы кровообращения (моторно-висцеральные рефлексы). Рефлекторное влияние проприоцепции повышает сократительную способность миокарда, возрастает количество циркулирующей крови, снижается периферическое сопротивление, что влечет за собой отчетливое повышение скорости кровотока.

Тренировка физическими упражнениями больных в восстановительном периоде после травмы ведет к повышению уровня протекания моторно-висцеральных рефлексов, координирующих деятельность локомоторной и висцеральной систем организма.

Тренировка совершенствует рефлекторную регуляцию в направлении *моторика—сердечная деятельность* и способствует не только развитию мышечной силы и выносливости, но и увеличению работоспособности сердца. Моторный анализатор обеспечивает, таким образом, высший уровень интеграции всех систем организма, в том числе локомоторный и сердечно-сосудистый.

Новейшие успехи в разработке клинко-физиологического учения о моторно-висцеральной регуляции всецело подтверждают практическую ценность средств физической реабилитации (лечебная физкультура, массаж, коррекция положением, тракционная терапия и др.) как физиологического фактора рефлекторной терапии при многих заболеваниях и повреждениях локомоторного аппарата, а также фактора профилактики гипокинетической болезни.

Основные представления о сущности действия средств физической реабилитации на опорно-двигательный аппарат базируются на следующих положениях:

1. Стимулирующее влияние на больного осуществляется рефлекторным механизмом как основным. Это влияние складывается из тренирующего и трофического.

2. Любая рефлекторная реакция начинается с раздражения рецептора. На внутренние органы влияют три группы: экстероцепторы, проприоцепторы и интероцепторы. Главнейшим регулятором при применении средств физической реабилитации является проприоцепция (кинестезия). Вызываемые ею моторно-висцеральные рефлексы имеют как безусловную, так и условнорефлекторную природу.

В процессе воздействия средствами физической реабилитации (например, занятия физическими упражнениями) формируется новый динамический стереотип, реактивно устраняющий или ослабляющий патологический стереотип. Нормальный стереотип характеризуется доминированием моторики. В восстановлении его и заключается общая задача методов (средств) физической реабилитации.

Принципиально важно, что физические упражнения или массаж в состоянии закономерно менять (усиливать или ослаблять) центральные процессы возбуждения и торможения. В настоящее время накоплено достаточно данных о действии средств физической реабилитации на нейродинамику, на восстановительные процессы у больных с травмой опорно-двигательного аппарата. Так, общеизвестно, что активные упражнения, выполняемые с достаточным мышечным напряжением (изометрического характера), усиливают процесс возбуждения; дыхательные упражнения и упражнения в произвольном расслаблении скелетной мускулатуры, наоборот, способствуют усилению тормозного процесса.

Положительный эффект, получаемый от применения средств физической реабилитации у больных, — результат оптимальной тренировки всего организма. Принципы и механизмы развития тренированности совершенно одинаковы как в норме, так и при патологии. Можно говорить лишь о количественном выражении, уровне и объеме тренированности: тренировка в спорте имеет целью максимальное повышение функциональных возможностей организма и отдельных его систем и органов, а средствами физической реабилитации решаются задачи дозированной тренировки, повышающей функциональное состояние больного до уровня здорового человека.

На основании данных современной физиологии мышечной деятельности сформулированы основные принципы достижения тренированности. Они могут быть представлены в следующем виде:

— *системность*, под которой понимаются определенные подбор и расстановка физических упражнений, дозировка, последовательность и т.п. Система занятий диктуется задачами, которые ставятся перед процессом тренировки. Реализация принципа осуществляется частными методиками ЛФК, отличающимися друг от друга при различных повреждениях и методах лечения;

— *регулярность занятий* — предполагает ритмичное повторение занятий ЛФК и, соответственно, чередование нагрузок и отдыха. В спорте это условие выполняется регламентацией недельного тренировочного цикла. В ЛФК — ежедневность занятий;

— *длительность занятий*. Как известно, в спортивной практике наивысшие достижения показывают спортсмены, регулярно тренирующиеся годами. В ЛФК недопустимы какие-либо «курсовые» занятия физическими упражнениями или процедуры массажа (по аналогии с курсами курортного, физиотерапевтического и медикаментозного лечения). Для получения наилучших результатов больной, начав занятия под руководством специалиста ЛФК в условиях лечебно-профилактического учреждения, обязательно должен продолжать эти занятия самостоятельно в домашних условиях;

— *постепенное повышение физической нагрузки*. В процессе тренировки возрастают функциональные возможности и способности организма — параллельно им должна повышаться и нагрузка в занятиях ЛФК. В противном случае через определенное время объем нагрузки окажется настолько малым, что не будет вызывать в организме ответных реакций, совершенно необходимых для развития тренированности. Вреда от таких занятий нет, но польза значительно меньше, чем могло бы быть. Повышение нагрузки в процессе тренировки — один из путей физического совершенствования организма, быстрее всего восстановления нарушенных функций;

— *индивидуализация*. При тренировках необходим учет индивидуальных физиологических и психологических особенностей каждого занимающегося, сильных и слабых сторон его организма, типа высшей нервной деятельности, двигательных навыков, умений, возраста и толерантности к физическим нагрузкам. В ЛФК, как и в медицине вообще, следует обязательно учитывать также и индивидуальные варианты течения заболевания (повреждения);

— *разнообразие средств*. В физической реабилитации рационально сочетаются, дополняя друг друга, коррекция положением, гимнастические, спортивные, игровые, прикладные и другие виды упражнений, массаж, элементы мануальной терапии. Этим достигается разнообразное влияние и воздействие на организм больного.

В итоге регулярной систематической тренировки больных средствами физической реабилитации повышается эффективность лечения. В абсолютном большинстве случаев средства ЛФК применяются в комплексе с другими видами терапевтического воздействия (медикаментозная терапия, физиотерапия, климатотерапия, курортные факторы). Многие отечественные и зарубежные авторы отмечают, что средства физической реабилитации обеспечивают достоверно более высокий терапевтический эффект комплексного лечения. Более того, углубленное изучение этого вопроса показало, что тренировка физическими упражнениями обеспечивает не только более высокий, но и более стойкий терапевтический эффект. Именно поэтому средства физической реабилитации рассматриваются как важнейшее средство медицинской и профессиональной реабилитации больных с травмами локомоторного аппарата.

В результате тренировки физическими упражнениями повышается и трудоспособность больных. Это выражается не только в лучшей их адаптации к бытовым и производственным нагрузкам, но и в уменьшении утомления, в частности связанных с временной утратой трудоспособности.

В основе получения терапевтического эффекта лежит развитие моторной доминанты; в этом механизме ведущая роль принадлежит моторно-висцеральным взаимоотношениям.