

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
САРАТОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

ЮБИЛЕЙНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ  
САРАТОВСКОГО НИИ  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

*Сборник научных трудов*

89672

Саратов  
1995

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР  
САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

## АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА К ТРАВМЕ

Н. В. Корнилов, В. И. Карпов, К. А. Новоселов,  
А. С. Аврунин

Российский НИИ травматологии и ортопедии им. В. В. Приорова,  
Санкт-Петербург

В настоящей работе представлены результаты 10-летних исследований, посвященных комплексному изучению механизмов адаптационного процесса в ответ на операционную или случайную травму с нарушением целостности костей. Планирование экспериментов и анализ данных проводились на основании современных представлений теории систем.

Не требует доказательства тот факт, что оперативное лечение ортопедо-травматологических больных — высокоэффективный и широко используемый метод восстановления нарушенных функций опорно-двигательного аппарата. Однако операция является экстремальным фактором, который первоначально существенно ухудшает состояние здоровья пациента. Одним из негативных последствий оперативного вмешательства являются послеоперационные осложнения. Их удельный вес за последнее 10-летие в ортопедо-травматологической практике не имеет существенной тенденции к снижению. Это свидетельствует об отсутствии не только точных критериев прогноза послеоперационного процесса, но и качественно новых методов, существенно снижающих риск их возникновения. Только глубокое знание саногенетических и патогенетических механизмов травматической болезни могло бы позволить начать разработку и испытание новых методов борьбы с осложнениями.

Для изучения в эксперименте механизмов адаптационного процесса, возникающего в ответ на травму или операцию, была разработана на крысах информативная модель изолированных и множественных нарушений целостности длинных трубчатых костей. Остеосинтез проводили интрамедул-

лярно металлическим стержнем. Исследование проведено на 1135 белых беспородных крысах-самцах массой 180—220 г, из которых 88 — интактные животные. У 488 крыс формировали изолированные переломы, а у 559 — множественные. Под информативной моделью мы понимаем не только метод ее создания, но и полученную при исследовании данной модели характеристику динамики процесса, который возникает в организме после предлагаемого воздействия. Для этого проанализирована динамика рентгенологической картины (3300 рентгенограмм). В результате установлено, что сроки появления и исчезновения одноименных рентгенологических симптомов в одноименных костях при изолированных и множественных переломах не отличаются. Не отличаются эти сроки и при анализе процесса репарации разноименных костей при множественной травме. Это позволило сделать следующий вывод: **количество повреждений при травме длинных трубчатых костей не оказывает влияния на сроки восстановления их целостности.**

Для выяснения причины этого явления была оценена динамика репаративной регенерации костной ткани в области перелома у крыс с множественной травмой с помощью компьютерной рентгенопланиметрии на системе обработки изображения IBAS-2000 (ФРГ). Установлено, что площадь рентгенологической тени повреждения костей колеблется преимущественно с недельной периодичностью. При этом процесс репарации в разных костях одной конечности протекает асимметрично. Когда в бедренной кости наблюдаются нарастающие по амплитуде колебания, то в большеберцовой кости той же конечности — затухающие. Таким образом, процессы репаративной регенерации при множественных переломах протекают асимметрично. При оценке динамики степени асимметрии установлено, что она также колеблется с недельной периодичностью. Следовательно, половину этого периода преобладают процессы тканеобразования в одной из сопоставляемых костей, а вторую половину — в другой. По нашему мнению, это связано с тем, что в тех участках, которые находятся в более благоприятных условиях, процесс репаративной регенерации развивается более активно, опережая остальные. Однако это опережение приводит к тому, что в какой-то момент времени зоне усиленной регенерации костной ткани требуются новые факторы. В результате в быстро развивающихся областях опережающее тканеобразование замедляется, а в отстающих от них отно-

сительно ускоряется и они догоняют опережающие. Именно поэтому восстановление целостности различных костей при прочих равных условиях происходит одновременно.

На следующем этапе исследований изучался обмен фосфатов в минеральном матриксе интактных и поврежденных костей при изолированных и множественных переломах у крыс. Оценивались содержание фосфатов в костной ткани и скорость их обмена с использованием в качестве метки радиоактивного фосфора. В результате была установлена недельная периодичность изменения как содержания фосфатов, так и скорости их обмена. Оценка изменения тренда исследуемых параметров показала, что степень сопряженности минерального обмена между исследованными костями зависит от времени, прошедшего с момента травмы. Так, при изолированном переломе с момента травмы до 12-х суток отмечаются наибольшие изменения органной разобщенности исследуемых параметров. Затем до 17-х суток происходит перестройка обмена и с 17 по 31-е сутки выявляется максимальная сопряженность изменений, которая характеризуется увеличением скорости обмена фосфатов и увеличением их содержания в костной ткани. С 31 до 39-х суток происходит следующая перестройка, после чего устанавливается новая сопряженность обмена в интактных костях, характеризующаяся снижением фосфатов и скорости их обмена.

Также установлено, что характер минерального обмена в интактной кости зависит от расстояния до места перелома. В кости, близлежащей к месту перелома, изменения обмена фосфатов по своей направленности полностью повторяют направленность процессов, происходящих в области перелома. Это заключение мы сделали при сопоставлении полученных нами математических моделей минерального обмена в правой большеберцовой кости с результатами гистоморфологических и рентгенологических исследований. Таким образом, в неповрежденной костной ткани соседнего сегмента конечности воспроизводятся биохимические изменения минерального обмена, характерные для поврежденного участка. Полученные данные позволили предположить, что на обмен близлежащей интактной кости ведущее влияние оказывают коротко- и среднестантные регуляторы, выделяющиеся из области репаративных процессов. Мы предлагаем назвать эту область травматическим полем.

**Травматическое поле — это близлежащая к поврежден-**

ному участку область, где при отсутствии макроморфологических изменений выявляются специфические для репаративного процесса биохимические реакции, то есть такие же, как и в области повреждения.

Анализ литературы показал, что аналогичные области существуют и при других патологических процессах. Например, выделено «опухоловое поле». В нем отсутствуют морфологические признаки злокачественной перестройки, но наблюдаются биохимические изменения, обусловленные влиянием на клетки регуляторных факторов, продуцируемых опухолью и поступающих в кровоток. Таким образом, вокруг очага локальной патологии в морфологически интактных тканях формируется специфическое поле с биохимическими сдвигами, сходными с теми, которые имеют место в патологическом очаге.

На основании собственных данных и данных литературы был сформулирован следующий закон: локальный патологический очаг является источником передаваемой посредством биологически активных веществ информации, формирующим поле повышенного информационного давления, благодаря чему в окружающей интактной ткани (особенно однотипной) наблюдаются биохимические сдвиги, аналогичные таковым в патологическом очаге.

Мы предлагаем разделить область местной реакции на 3 зоны. Первая характеризуется необратимыми, а вторая (окружающая первую) — обратимыми реактивными сдвигами. Обе они легко выявляются общепринятыми гистологическими методами. В третьей зоне, расположенной вокруг второй, наблюдаются обратимые тонкие биохимические сдвиги, аналогичные таковым в основном очаге, но значительно менее выраженные. По нашему мнению, границы местного процесса следует определять на основании данных о протяженности «маркерных» биохимических реакций в интактных тканях.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение изменений массы тела, температуры, реакций надпочечников, тимуса, селезенки. Установлено, что величины этих параметров также колеблются с недельной периодичностью. Вместе с тем установлено, что изменения массы тимуса и надпочечников не всегда разнонаправлены. Следовательно, между ними имеются не только антагонистические, но и синергетические взаимоотношения.

Наблюдаемые изменения имеют существенные отличия

при изолированном и множественном переломах. Так, максимальное увеличение абсолютной массы надпочечников отмечено при политравме на 3-и (на 57%), а при монотравме — на 17-е сутки (на 48%). Следовательно, максимальная нагрузка на эти органы при множественной травме возникает в начальные моменты фазы резорбции, что можно объяснить массивным повреждением тканевых структур, а при изолированной — к концу этапа формирования фиброзно-хрящевой мозоли. Таким образом, выявлена определенная сопряженность между изменениями параметров недельных колебаний состояния классических стрессовых органов и этапами местной реакции. На сопряженность этих изменений влияет тяжесть травмы.

Оценка энергетического обмена проводилась по динамике принятых в клинической практике критериев в виде локальной температурной реакции и массы тела. Установлено, что если при монофрактурах колебания этих показателей выявляются с 1-х суток, то при полифрактурах — только с 15-х. Отсутствие колебаний до 15-х суток при множественных переломах, по-видимому, связано с крайне высокой нагрузкой на системы энергообеспечения, когда организм функционирует на грани своих энергетических возможностей без накопления энергонасыщенных химических соединений и с немедленной утилизацией всех поступающих.

Циркасептантные (недельные) изменения массы тела характеризуют собой переменное преобладание процессов накопления энергии над ее расходом и наоборот. В связи с тем, что недельная периодичность выявлена также в изменении параметров стрессовой реакции, площади рентгенологической тени поврежденных костей, обмена фосфатов минерального матрикса, можно предположить, что циркусаептантный период изменения массы тела свидетельствует об особенностях энергообеспечения развивающихся событий. Это предположение основывается на том, что восстановление целостности сломанной кости состоит из нескольких этапов, а каждый из них существенно превышает длительность недельного периода. Следовательно, циркусаептантная периодичность накопления энергии и ее разрядки связана с энергетическим обеспечением формирования промежуточных (внутриэтапных) вариантов организации тканевых структур в области перелома.

Экспериментальные данные позволили более полно представить патогенез изменения пространственно-временной ор-

ганизации организма во время ее адаптационной перестройки в ответ на травму с нарушением целостности костей. Результаты исследований подвели нас к следующему принципиально важному заключению, касающемуся критериев прогноза течения послеоперационного и посттравматического периодов. **Точное индивидуальное прогнозирование процесса невозможно. Возможен только вероятностный прогноз, который не исключает в определенном проценте случаев возникновение осложнений. Их частота прямо пропорциональна тяжести операционной или случайной травмы.**

Исходя из вышеизложенного, мы предположили, что необходимо качественно новый подход к решению данной проблемы. По нашему мнению, **наиболее перспективным путем является использование методов повышения адаптационного потенциала пациентов с помощью воздействий, направленных на повышение возможностей тех механизмов, которые испытывают основную нагрузку при травме.**

Можно провести некоторую аналогию по силе стрессового воздействия на организм человека ответственных спортивных соревнований и операций. Спортсмена подводят к соревнованиям на пике его формы, предварительно постепенно увеличивая тренировочную целенаправленную нагрузку во избежание срыва компенсации. Тренировки проводятся таким образом, чтобы их основные элементы соответствовали профилю данного вида спорта (например, характер тренировочного процесса для спринтера и стайера), то есть были физиологически целесообразными и «настраивали» бы организм на предстоящую «пиковую» нагрузку.

Наиболее значимыми факторами, определяющими ответ организма на хирургическое вмешательство, являются повреждение тканей, кровопотеря, общая и местная гипоксия, температурная реакция и т. д. Именно поэтому нам кажется логичным использовать такой комплекс патогенетической неспецифической предоперационной подготовки («тренировки») слабыми стрессогенными факторами, который бы включал набор воздействий, близких по типу к тем, что могут возникнуть при операции. Работы, посвященные вопросам повышения устойчивости целостного организма и отдельных его подсистем к хирургической агрессии, весьма немногочисленны.

В нашей работе с целью повышения эффективности предоперационной подготовки в качестве адаптогенов были апробированы пирогенал и нормобарическая гипоксия. Все па-

циенты, готовящиеся к плановым ортопедическим операциям на нижних конечностях, были разделены на 4 группы. Первую группу составили больные (51 человек), у которых для повышения адаптационного потенциала в предоперационном периоде использовали пирогенал, вторую — больные (11 человек), которым создавали нормобарическую гипоксию, третью — больные (9 человек), испытавшие на себе оба типа воздействия одновременно, и в четвертую вошли лица, которым предоперационная подготовка проводилась обычными методами (117 человек). Оценку влияния слабых стрессогенных факторов на уровень адаптации проводили на основании частоты и характера отклонений от обычного течения послеоперационного процесса в раннем периоде.

В результате выявлено, что суммарно в первых трех группах воспалительные и инфекционные осложнения в области операционной раны развились у 9 больных (12,7% от общего числа больных, которым проводилась адаптогенная подготовка в предоперационном периоде), из них у 8 (15,7% от числа больных в 1-й группе, или 11,3% от общего числа больных) был использован пирогенал и у 1 (9,1% от числа больных во 2-й группе, или 1,4% от общего числа больных) — нормобарическая гипоксия. В контрольной группе частота подобных отклонений от нормального течения процесса наблюдалась у 35 пациентов, или в 33,4% случаев, то есть значительно чаще ( $P < 0,05$ ). Интересно отметить, что если в контрольной группе осложнения преобладали у лиц женского пола (21 человек, или 61,8%), то при использовании слабых стрессогенных воздействий у женщин подобный тип осложнений выявлен только в одном случае (11,1%) — у больной, которой предоперационная подготовка проводилась пирогеналом. Таким образом, использование слабых стрессогенных воздействий существенно снижает риск возникновения осложнений в области послеоперационной раны, при этом профилактический эффект более выражен у лиц женского пола.

У пациентов контрольной группы выявлены воспалительные явления и функциональные нарушения деятельности мочевыделительной системы у 5 женщин (4,2%), нарушения сердечной деятельности — у 2 женщин (1,7%), инфекционно-воспалительные изменения органов дыхания — у 5 женщин (4,2%), воспалительные, аллергические и инфекционные поражения кожных покровов — у 3 женщин (2,6%) и 2 мужчин (1,7%), воспалительные заболевания вен —



у 2 женщин (1,7%) и 2 мужчин (1,7%), функциональные нарушения деятельности желудочно-кишечного тракта — у 1 женщины (0,9%), гипохромная анемия — у 7 женщин (6,0%) и 2 мужчин (1,7%), изменения со стороны периферической нервной системы — у 1 мужчины (0,9%). У лиц, получавших специальную подготовку, были выявлены следующие осложнения: гипохромная анемия — у 2 мужчин (2,8%), воспалительные изменения со стороны органов дыхания — у 4 мужчин (5,6%).

Анализ клинического материала показал, что использование стрессорных факторов в период предоперационной подготовки не только существенно снижает риск возникновения отклонений от нормального течения послеоперационного процесса, но и меняет структуру этих отклонений, исключая из них функциональные расстройства и воспалительные осложнения мочевыделительной системы, нарушения сердечно-сосудистой деятельности, воспалительные, аллергические и инфекционные поражения кожных покровов, а также нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта и поражения периферической нервной системы. Максимальный профилактический эффект в большей степени наблюдается у лиц женского пола.