

О природе адаптации микрогемодиализации в горах

Жизнь аборигенов высокогорья сопряжена с непрерывным процессом адаптации. Это означает, что организм в целом, системы и органы, клетки и субмикроскопические структуры не только совершают свою жизнедеятельность, как таковую, но и постоянно реагируют на действия высокогорной среды обитания. Ибо все уровни организации организма обмениваются с внешней средой веществом, энергией и информацией. Важную роль в процессе адаптации выполняет система кровообращения, особенно её микроциркуляторное звено, где наиболее ярко проявляется неразрывное единство кровотоков, метаболизма тканей и нейрогуморальное регулирование жизненных циклов.

В процессе адаптации, особенно в сочетании с дополнительными трудовыми нагрузками и патологическими состояниями, отмечается повреждение функционирующих структур. В ответ на это усиливается функция сохранившихся родственных структур. Например, блокада кровотока по отдельным микрососудам сопровождается развитием окольного кровообращения по другим микрососудам. Функцию погибших при микронекрозе миокарда кардиомиоцитов, берут на себя другие клетки миокарда. Энергообразующая роль поврежденных митохондрий замещается усилением функции относительно интактных органелл. Иными словами, нарушенная функция одних структур восполняется за счет гиперфункции других структур. Так формируются компенсаторные реакции. Здоровые структуры не только компенсируют работу поврежденных структур, но и приспособляются к повышенным функциональным нагрузкам. Так разворачиваются приспособительные реакции. В итоге система в целом адаптируется путем формирования компенсаторно-приспособительных реакций.

В отличие от компенсаторных, для разворачивания приспособительных реакций не обязательно наличие повреждения функционирующих структур. Напротив, приспособительные реакции направлены на предотвращение повреждений структуры.

Например, приспособительные реакции нервной, эндокринной, дыхательной, кровеносной, кроветворной систем в горах направлены на поддержание относительной динамической стабильности уровня насыщения крови кислородом при его низком парциальном давлении во вдыхаемом воздухе. Тем самым предотвращается тканевая гипоксия и повреждение функционирующих структур. Под приспособительными реакциями принято понимать любые проявления адаптации организма к среде (Д.С.Саркисов, 1987). Следовательно, понятие о приспособительных реакциях шире понятия о реакциях компенсаторных.

На практике очень трудно отличить компенсаторные реакции от приспособительных и наоборот. Поэтому уместно говорить о компенсаторно-приспособительных реакциях системы. На уровне микроциркуляции компенсаторно-приспособительные реакции имеют всегда гомеостатическую антиэнтропийную направленность. Благодаря компенсаторно-приспособительным реакциям, несмотря на непрерывное изменение условий внешней среды, уровня физических и умственных нагрузок, сохраняется динамическое постоянство внутренней, собственной среды организма - гомеостаз. Именно, компенсаторно-приспособительные реакции обеспечивают гомеостаз, для сохранения которого требуется «...такое совершенство организма, чтобы внешние перемены в каждое мгновение компенсировались и уравновешивались» (К.Бернар, 1878). Такое совершенство в системе кровообращения формируется на горных высотах постепенно в процессе адаптации, который представляет собой, как было выше сказано, комбинацию компенсаторно-приспособительных реакций. Выраженность компенсаторно-приспособительных реакций, из которых складывается адаптация системы кровообращения, соответствует силе, длительности, частоте воздействия высокогорной среды обитания» трудовой, иной деятельности человека. Компенсаторно-приспособительные реакции обеспечивают

микроциркуляторный гомеостаз, неизменность основных принципов строения функционирующих структур, несмотря на энтропийную направленность воздействия внешней среды. Это выражается, прежде всего, сохранением непрерывности гемомикроциркуляции и трансапикалярного обмена.

Компенсаторно-приспособительные реакции лежат в основе повышения резистентности системы микроциркуляции к повторному воздействию высокогорной среды, а также дополнительных физических и умственных нагрузках, а зачастую - патологических состояний. Повышение устойчивости системы достигается путем тончайших, сложных и многочисленных перестроек субмикроскопических структур. Например, в кардиомиоцитах перестраиваются структуры, обеспечивающие пластическую и энергетическую устойчивость клетки. В капиллярах особенно ярко проявляются изменения пиноцитозных везикул. Структурные изменения на уровне артериол обеспечивают снижение общего периферического сопротивления кровотоку в большом круге кровообращения и увеличение сосудистого сопротивления в системе малого круга кровообращения.

Если процесс адаптации формируется из компенсаторно-приспособительных реакций, то сами эти реакции представляют собой ту или иную комбинацию физиологических функций. Так, компенсаторно-приспособительные реакции системы кровообращения в горах состоят из комбинаций функций сердца, транспортных, распределительных, обменных, емкостных кровеносных сосудов и органов не относящихся к системе гемодинамики. Например, нейроэндокринная система, система газообмена и т.д. Благодаря множеству возможных комбинаций из небольшого числа физиологических функций формируется огромное количество компенсаторно-приспособительных реакций. В утрированном виде это можно представить, как из 10 цифр можно написать бесконечное множество чисел, а из букв алфавита - не одну тысячу слов. Способность системы кровообращения формировать из стандартного набора физиологических функций огромное количество компенсаторно-приспособительных реакций свидетельствует о ее надежности и больших адаптивных возможностях реакций в экстремальных условиях. В условиях высокогорья на организм действуют более сильные раздражители, чем на равнине, особое значение среди них имеет низкое парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе. В ответ на это усиливаются обычные физиологические функции системы кровообращения. Из этих функций формируются компенсаторно-приспособительные реакции, направленные на обеспечение организма кислородом, предотвращение нарастания энтропии кислородотранспортных систем и повреждения функционирующих структур. Например, перераспределительные реакции в системе кровообращения направлены на адекватное кровоснабжение головного мозга, миокарда и других жизненно важных органов, на поддержание температурного гомеостаза и т.д. (Ю.Х.-М. Шидаков, Х.Дж.Каркобатов, Ф.А.Текеева, 2001).

Функции организма являются производными от жизнедеятельности клеток различных органов и тканей, новые типы клеток в организме ни при каких условиях не образуются и, следовательно, не могут появиться никакие новые, необычные для него функции. (Д.С.Саркисов, 1987). Следовательно, компенсаторно-приспособительные реакции разворачиваются на единой, стереотипной материальной основе независимо от места и высоты обитания человека и животных, а также характера и тяжести трудовой деятельности. Разница заключается лишь в том, что компенсаторно-приспособительные реакции на горных высотах разворачиваются, как правило, с большей интенсивностью, чем на равнине.

Проблема материального обеспечения компенсаторно-приспособительных реакций сводится к структурной основе функций, являющихся производными от взаимодействия мембран клетки между собой и окружающей средой. Это означает, что ни один из факторов высокогорной среды не может оказывать прямого влияния на функцию, он изменяет ее только опосредовано через воздействие на мембранные структуры. Внешние факторы воздействуют на структуру, которая под этим воздействием, изменяет свою функцию. Поэтому морфологический субстрат играет ведущую роль в процессах

адаптации, от него зависит биологическая надежность и долговечность состояния. Каким же образом обеспечивается огромное количество формирующихся компенсаторно-приспособительных реакций и повышение физиологических функций при трудовой и иной деятельности человека на горных высотах? Прежде всего, в работу подключаются резервные материальные структуры. Как известно, «в состоянии относительного функционального покоя из общего числа одноименных структур активно функционирует лишь какая-то их часть» (Д.С.Саркисов, 1987). В условиях высокогорья повышается интенсивность физиологических функций, активно разворачиваются из них компенсаторно-приспособительные реакции за счет включения в работу резервных материальных структур. Так, буквально на следующий день после транспортировки животных на высокогорье, отмечается увеличение количества функционирующих капилляров в миокарде на несколько сот сосудов. При этом речи не может быть о гиперплазии сосудов, слишком малый срок для развития новых капилляров (одни сутки) пребывания животных в горах. Увеличение количества активно функционирующих капилляров отмечается и в коре головного мозга. В коже к активной работе подключаются артериоло - венулярные анастомозы. Более отчетливо наблюдается гетерогенность митохондрий в кардиомиоцитах, что говорит об увеличении числа функционирующих органелл. Попеременная (асинхронная) работа одноименных структур (Д.С.Саркисов, 1973), или перемежающаяся активность функционирующих структур (Г.Н.Крыжановский, 1973) является общебиологическим универсальным способом материального обеспечения гомеостаза, процессов адаптации и компенсаторно-приспособительных реакций. Она используется организмом при самых экстремальных ситуациях и охватывает все уровни структурной организации - от системного до молекулярного. Данный принцип материального обеспечения работы незаменим при срочной, немедленной адаптации.

Одновременное включение в работу большого количества функционирующих структур предотвращает перегрузку каждой из них. Оно обеспечивает быстро и надежно материальную основу гиперфункции органов и систем, а также клеток и субклеточных структур. Однако, единовременная работа большинства одноименных структур, таит в себе опасность срыва компенсаторно-приспособительных реакций. Перемежающаяся активность функционирующих структур обеспечивает посменную работу, когда нагрузка чередуется с отдыхом. В период отдыха пополняются пластические и энергетические запасы, которые тратятся в период нагрузки на функционирующие структуры. Включение в работу всех структур одновременно лишает их периода отдыха, приводит к истощению энергетических и пластических запасов клеток, а также повышению внутриклеточной энтропии. Недаром, в первые дни пребывания животных на больших горных высотах, имеют место микронекрозы миокарда, разрывы капиллярной сети в легких, деструкции органелл и мембранных структур клеток различных органов.

По мере удлинения сроков пребывания организма на высокогорье отмечается увеличение числа морфологических структур, которое охватывает большинство органелл клеток. Компенсаторно-приспособительная гиперфункция внутриклеточных структур сопровождается их гиперплазией. Гиперплазия является исключительно надежным способом материального обеспечения гиперфункции сердца, скелетной мускулатуры, кровеносного русла при физической работе, формирования компенсаторно-приспособительных реакций, процесса адаптации, в конечном итоге, и гомеостаза. В результате внутриклеточной гиперплазии восстанавливается перемежающаяся активность функционирующих структур, нарушенная в первые дни пребывания в горах, повышается выносливость, прочность, надежность, пластичность и реактивность систем, органов, клеток и субклеточных органелл.

Так как функции организма являются производными от жизнедеятельности клеток, от взаимодействия мембранных структур между собой и внешней средой, то гиперплазия внутриклеточных структур является главным механизмом материального обеспечения адаптации организма к физической работе в условиях высокогорной гипоксической гипоксии. Чрезвычайная мобильность, высокая чувствительность к внешним и внутренним переменам, к колебаниям функциональной нагрузки делают гиперпластический процесс универсальным способом материального обеспечения адаптации. Адаптация к тяжелой мышечной деятельности

на горных высотах не является чисто функциональной, она всегда имеет под собой конкретную материально-структурную основу. Ее неизбежность, биологическая надежность поддерживается безграничными возможностями гиперплазии внутриклеточных структур.

Таким образом, материальное обеспечение адаптации организма к высокогорью происходит за счет мобилизации резерва в первые дни и за счет гиперплазии материальных ресурсов в последующем.

Блестящая плеяда ученых в лице А.Айдаралиева - отца и сына, М.Алиева, Д.Алымкулова, И.Ахунбаева, М.Вольского, С.Даниярова, В.Исабаевой, А.Лейтеса, М. Миррахимова, А.Тилиса, Б.Турусбекова внесли существенный вклад в развитие теоретической и практической медицины высокогорья. Авторы настоящей статьи с благодарностью чтят память тех, кого уже нет и признательны тем, кто сегодня с нами. Мы будем счастливы, если наш труд поможет начинающим ученым в дальнейшей разработке проблем горной биологии и медицины.

Литература

- 1.Бернар. К. Введение к изучению опытной медицины. Пер. с франц.- СПб.- М.: Вольф, 1866,392с.
- 2.Бернар. К. Курс общей физиологии. Жизненные явления, общие животным и растениям. Пер. с франц СПб-М.: Билибин, 1978.
- 3.Саркисов Д.С. Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций. Руководство. М.: Медицина, 1987, 446с.
- 4.Шидаков Ю.Х-М, Х.Дж. Каркобатов, Ф.А.Текеева. Высокогорная кардиоангиология- Бишкек: Бийиктик, 2001, 228 с.

* * *