

# ФУНКЦИИ КОЖИ

Кожные и венерические болезни  
Учебник для студентов медицинских ВУЗов  
проф О.Л. Иванов

Основные функции кожи: обеспечение защитного барьера между телом и окружающей средой, в том числе защита от механических повреждений, радиации, химических раздражителей, бактерий, а также иммунная, рецепторная, терморегулирующая, обменная, резорбционная, секреторная, экскреторная, дыхательная.

**Защитная функция кожи** включает механическую защиту от внешних воздействий.

Механическая защита кожи от давления, ушибов, разрывов, растяжения и т. п. обусловлена плотностью способного к репарации эпидермиса, эластичностью и механической устойчивостью волокнистых структур соединительной ткани дермы, а также буферными свойствами подкожной жировой клетчатки. Наиболее важная роль в реализации защитных механизмов кожи принадлежит эпидермису. Прочность его важного компонента – рогового слоя – обеспечивается белками и липидами, а эластичность – белками, липидами и низкомолекулярными продуктами распада кератогиалина, связывающими и задерживающими в роговом слое воду. Напротив, дермо-эпидермальное соединение в коже человека является относительно слабым местом. Этим объясняется легкое повреждение поверхностного коллагена сосочкового слоя дермы при буллезных дерматозах. Преимущественно с дермой связана резистентность кожи к разрыву в ответ на воздействие тупым предметом. При этом эластичность кожи обусловлена распрямлением коллагеновых волокон вдоль оси натяжения, а возвращение к исходному состоянию – эластическими волокнами. Нарушение структуры коллагеновых волокон приводит к чрезмерной растяжимости кожи. Способность кожи к компрессии с формированием ямки при вдавливании в кожу небольшого предмета обусловлена оттоком межклеточной склеивающей субстанции между коллагеновыми волокнами дермы.

Защита кожи от радиационных воздействий реализуется в первую очередь роговым слоем, задерживающим инфракрасные лучи полностью, а ультрафиолетовые – частично. В зависимости от длины волны и биологического действия на организм различают: УФ-А (320-400 нм), УФ-В (290– 320 нм) и УФ-С (200-290 нм). УФ-В воздействуют преимущественно на уровне эпидермиса, являются основной причиной солнечных ожогов, преждевременного старения кожи, а в дальнейшем – [предрака](#) и [рака кожи](#). УФ-А могут проникать глубоко в дерму, обладают наименьшей эритематогенной способностью, однако могут провоцировать повышенную чувствительность к солнцу, а также играют важную роль в старении кожи. Кожа имеет два барьера, препятствующих повреждающему действию УФ радиации: 1) меланиновый барьер в эпидермисе и 2) протеогликановый барьер, концентрирующийся в роговом слое. Действие каждого из них направлено на уменьшение ее абсорбции ДНК и другими компонентами клетки. Меланин – крупный полимер, способный поглощать свет в широком диапазоне волн от 200 до 2400 нм и тем самым защищающий клетки от вредного воздействия избыточной инсоляции. Меланин синтезируется меланоцитами базального слоя эпидермиса и переносится в смежные с ними кератиноциты в меланосомах. На синтез меланина влияет также

меланостимулирующий гормон гипофиза. Защитный механизм загара связан с повышением количества функциональных меланоцитов, увеличением количества синтезированных меланосом и скорости передачи меланосом кератиноцитам, а также с переходом продукта метаболизма гистидина в эпидермисе – урुकаниновой кислоты из транс-изомера в цис-изомер. Хроническое воздействие солнечных лучей со временем приводит к утолщению эпидермиса, развитию солнечного эластоза и кератоза, предрака или рака кожи.

Нормальный роговой слой кожи обеспечивает защиту от химических раздражителей в основном за счет кератина. Только химические вещества, разрушающие роговой слой, а также растворимые в липидах эпидермиса, получают доступ в более глубокие слои кожи и затем по лимфатическим и кровеносным сосудам могут распространяться по организму.

Кожа человека служит естественной и постоянной средой обитания для многочисленных микроорганизмов: бактерий (*Staphylococcus epidermidis*, *Propionibacterium acnes*, *Pityrosporum* и др.), грибов и вирусов, поскольку ее поверхность содержит много жировых и белковых ингредиентов, создающих благоприятные условия для их жизнедеятельности. В то же время она непроницаема для разнообразных бактерий и патогенных микроорганизмов, особенно редко попадающих на ее поверхность.

Бактерицидное свойство кожи, придающее ей способность противостоять микробной инвазии, обусловлено кислой реакцией кератина, своеобразным химическим составом кожного сала и пота, наличием на ее поверхности защитной воднолипидной мантии с высокой концентрацией водородных ионов (рН 3,5-6,7). Входящие в ее состав низкомолекулярные жирные кислоты, в первую очередь гликофосфолипиды и свободные жирные кислоты, обладают бактериостатическим эффектом, селективным для патогенных микроорганизмов. Механическое препятствие инвазии патогенных микроорганизмов в кожу, помимо целостности рогового слоя, обеспечивается их удалением с чешуйками, секретом сальных и потовых желез. На 1 см<sup>2</sup> кожи здорового человека находятся от 115 тыс. до 32 млн различных микроорганизмов, большая часть из которых относится к постоянной бактериальной флоре, играющей важную роль в антимикробной защите кожных покровов и слизистых оболочек от патогенных микроорганизмов. Способность кожи противостоять микробной инвазии снижается при травматизации кожи. При этом одни и те же микроорганизмы при различной природе травмы могут вызывать разные патологические процессы. Так, стрептококки группы А вызывают рожистое воспаление после механической травматизации эпидермиса или нарушения его целостности за счет интертригинозной формы микоза стоп, тогда как на месте расчесов при атоническом дерматите обычно возникает стрептококковое импетиго.

Бактерицидные свойства кожи также снижаются под влиянием загрязнений кожи, при переохлаждении, переутомлении организма, недостаточности половых желез; они также снижены у больных кожными заболеваниями и у детей. В частности, у детей грудного возраста это обусловлено нежностью и рыхлостью рогового слоя эпидермиса, морфологической неполноценностью эластических и коллагеновых волокон, вследствие чего детская кожа легко подвергается механическим, радиационным, термическим и химическим раздражениям. Выживанию патогенной микробной флоры на поверхности кожи при этом также способствует слабощелочная или нейтральная среда водно-липидной мантии с недостаточным количеством низкомолекулярных свободных жирных кислот. Проникновение микробов через верхние слои эпидермиса сопровождается миграцией лейкоцитов из сосудов и проникновением их в дерму и эпидермис с формированием защитной воспалительной реакции.

**Иммунная функция кожи.** Кожа играет важную роль в процессах иммунитета. Основными элементами иммунной системы кожи являются кератиноциты, клетки Лангерганса, эпидермальные Т-лимфоциты. Кератиноциты способствуют созреванию Т-лимфоцитов путем воздействия на них ферментом дезоксирибонуклеотидилтрансферазой. Большинство Т-лимфоцитов кожи человека располагаются в дерме, обычно вокруг посткапиллярных венул и придатков кожи. На долю внутриэпидермальных Т-лимфоцитов приходится менее 10%. Т-лимфоциты способны распознавать экзогенные и эндогенные антигены только после их представления антигенпредставляющими клетками Лангерганса, или вспомогательными клетками. Т-клетки распознают антиген только в единой структуре с ГКГ. Для распознавания Т-хелперными лимфоцитами (CD4+) антиген должен предъявляться в комплексе с ГКГ II класса (HLA-DR, DP, DQ), тогда как большинство Т-супрессорных лимфоцитов (CD8+) распознают антиген в ассоциации с молекулами I класса ГКГ (HLA-A, B, C). В процессе иммунного ответа на экзогенные или эндогенные антигены клетки Лангерганса, вовлеченные в антигенную презентацию претерпевают фенотипические и функциональные изменения, покидают эпидермис и попадают в лимфатические сосуды дермы, а оттуда мигрируют в паракортикальный слой лимфатических узлов. На этой стадии клетки Лангерганса презентуют расположенный на их поверхности антиген – ГКГ– комплекс Т-клеточному антигенному рецептору на поверхности CD4+/CD8– или CD4-/CD8+ Т-клеток. Антигенспецифический Т-клеточный ответ заключается в образовании бластных форм Т-лимфоцитов, которые возвращаются в участки кожи, содержащие антиген.

Иммунные нарушения играют патогенетическую роль при различных заболеваниях кожи, в том числе при буллезных дерматозах, аллергодерматозах, [псориазе](#), [Т-клеточной злокачественной лимфоме кожи](#).

**Рецепторная функция кожи** реализуется многочисленными нервными рецепторами, воспринимающими болевое, тактильное (осязание, давление, вибрация) и температурное (тепловое, холодное) раздражение.

Кожа – это огромное рецепторное поле, функционально связанное через миелинизированные (А-волокна) или немиелинизированные (С-волокна) чувствительные нервы с центральной и вегетативной нервной системой и постоянно реагирующее на различные раздражения, поступающие из окружающей среды, ЦНС и внутренних органов.

Нервные окончания рассредоточены неравномерно по всему кожному покрову и поливалентны по своей функции.

Существуют два вида функционально специфических афферентных единиц: механорецепторы и терморецепторы, третий – болевые рецепторы – отвечает только на стимуляцию, превышающую пороговую (механическую, термическую или химическую).

Лишь некоторые из рецепторов, различающихся функционально, можно идентифицировать морфологически. Прикосновение воспринимается располагающимися в коже механорецепторами. Среди них выделяют на коже, покрытой волосами, рецепторы волосяных фолликулов; на коже, лишенной волос (ладони и подошвы). – располагающиеся в верхней части дермы быстро реагирующие тельца Мейснера и медленно реагирующие рецепторы Меркеля; в дерме и подкожной клетчатке – тельца Руффини; тепло и холод воспринимаются терморецепторами.

Холодовые рецепторы активируются при температуре примерно на 1-20°C ниже нормальной температуры кожи (34 °C); тепловые – при температуре в пределах от 32 до 35 °C (при температуре выше 45 °C тепловая боль воспринимается не через тепловые рецепторы, а через ноцицепторы).

Боль опосредуется ноцицепторами, ответственными за восприятие боли и зуда, избирательно отвечающими на воздействия, способные повредить ткань. Различают механические, температурные и полимодальные (отвечающие на несколько разновидностей вредных воздействий, включая механические, тепловые и химические) ноцицепторы. В частности, механические ноцицепторы активируются острыми предметами и первоначально ощущаются в виде укола или быстрой, точечной, поверхностной и локальной боли, а затем – в виде более диффузного жжения или медленной боли. Порогом восприятия боли от тепла является 45 °C.

Периферические нервы, помимо классических нейротрансмиттеров, таких как норадреналин и ацетилхолин, содержат нейропептиды, которые высвобождаются из нервных окончаний при деполяризации и играют роль в регуляции синаптической передачи. Множество нейропептидов обнаружено в человеческой коже, включая субстанцию P, вазоактивный интестинальный пептид, соматостатин, пептид, связанный с геном кальцитонина, нейропептид V и бомбезин. Нейропептиды не только действуют как нейротрансмиттеры, но и играют роль в опосредовании воспаления кожи.

Зуд, как и боль, является ноцицептивным ощущением, воспринимаемым корковыми центрами в ответ на воздействие экзогенных и эндогенных факторов. Он тесно связан с болью, но в отличие от нее возникает в коже, а не во внутренних органах. По мнению некоторых исследователей, он является видоизмененным ощущением боли, а не самостоятельным ощущением. Зуд и боль проводятся по безмиелиновым C-волокам, исходящим из верхней части дермы как кожи, так и слизистых оболочек. Как ощущение зуд кожи является корковым процессом, возникающим при воздействии раздражителей на воспринимающий нервный аппарат, состоящий из трех отделов: периферического, заложенного в коже, центрального – в верхних отделах ЦНС, и проводникового, соединяющего оба этих отдела.

**Терморегулирующая функция кожи** осуществляется путем поглощения и выделения кожей тепла. Теплоотдача через поверхность кожи осуществляется путем излучения, проведения, конвекции и испарения. Реализация механизмов излучения тепла в виде энергии инфракрасных лучей и проведения, т. е. отдачи тепла при соприкосновении с окружающей внешней средой, происходит путем изменения кровотока в коже. В связи с более высокой васкуляризацией кожи, значительно превышающей ее потребность в питании, повышение температуры окружающей среды приводит к расширению сосудов кожи, увеличению объема протекающей по ней крови (иногда до 1 л) и усилению теплоотдачи. При снижении внешней температуры сосуды суживаются, большая масса крови циркулирует по внутренним органам и теплоотдача резко снижается. Важную роль в терморегуляции играет система артериовенозных шунтов, особенно акральные области (стоп, кистей, губ, носа, ушных раковин), где концентрация этих шунтов наиболее высока и контролируется норадренергическими симпатическими нервами. Снижение симпатического тонуса вызывает расширение сосудов кожи. Кожа становится теплее окружающего воздуха и повышает теплоотдачу путем конвекции, при которой она отдает тепло, нагревая прилегающий слой воздуха, поднимающийся вверх и замещающийся более холодным. Симпатическая активность также регулирует диаметр артериовенозных анастомозов дистальных отделов конечностей. Перенос тепла путем излучения и

конвекции называют «сухой теплоотдачей», на долю которой приходится до 20-25% теплоотдачи.

Наиболее эффективным путем отдачи тепла является испарение выделяемого пота. Потоотделение регулируется центральной нервной системой (психогенное потоотделение) и холинергическими симпатическими волокнами, поэтому парасимпатомиметические вещества (ацетилхолин, пилокарпин и др.) усиливают выделение пота, а атропин, блокируя этот механизм, тормозит потоотделение. Гипоталамус в ответ на изменение температуры получает импульсы от центральных и периферических (кожных) терморцепторов. Тепловые и холодные терморцепторы располагаются на неравномерно разбросанных по всему телу тепловых и холодных терморцепторных клетках. Наиболее сильным стимулом для появления пота является повышение температуры внутри тела, кожные же терморцепторы в 10 раз менее эффективны. Температурным фактором регулируется главным образом деятельность потовых желез туловища, тыла кистей, шеи, лба, носогубных складок. Несмотря на то что кожные терморцепторы не играют важной роли в изменении температуры организма, изменение температуры кожи оказывает влияние на быт человека. В частности, ее снижение требует использования более теплой одежды, отопления помещения и т. д.

Теплообмен кожи при ряде дерматозов существенно нарушен. В частности, при [псориазе](#), [токсидермии](#), грибковидном микозе, синдроме Сезари воспалительная реакция кожи может привести к генерализованной кожной вазодилатации с привлечением в кожный кровоток до 10-20% циркулирующей крови.

**Обменная функция кожи** объединяет секреторную, экскреторную, резорбционную и дыхательную активность. Кожа участвует в обмене углеводов, белков, липидов, воды, минеральных веществ и витаминов. По интенсивности водного, минерального и углекислого обмена кожа лишь незначительно уступает печени и мышцам. Она значительно быстрее и легче, чем другие органы, накапливает и отдает большое количество воды. Процессы метаболизма и кислотно-щелочного равновесия зависят от питания человека (например, при злоупотреблении кислой пищей в коже уменьшается содержание натрия) и других факторов. Кожа и подкожная жировая клетчатка – мощные депо питательных веществ, расходующихся в период голодания.

**Резорбционная функция кожи.** Кожа является многослойной оболочкой с тремя анатомически различаемыми слоями: роговым слоем, толщиной 10 мкм, ростковым (мальпигиевым) слоем толщиной 100 мкм и сосочковым слоем дермы толщиной 100-200 мкм; каждый из них имеет различные константы диффузии. Даже здоровая кожа обладает некоторой проницаемостью почти для любых веществ, причем уровни пенетрации различных веществ могут различаться в 10 тыс. раз. Степень резистентности кожи различна для водо- и жирорастворимых химических веществ, для соединений с малой и большой молекулярной массой. Она различается в зависимости от локализации участка кожи, толщины рогового слоя, степени его гидратации, наличия или отсутствия липидной смазки кожи и ее качественного состава. Многие химические вещества проникают в кожу через относительно непроницаемый роговой слой (трансдермальный путь) и остаются в нем на длительное время. Некоторые химические вещества с малыми размерами молекул могут проникать внутрь через волосные фолликулы, а также выводные протоки сальных и потовых желез. Существенное повышение проницаемости кожи происходит после ее обработки органическими растворителями (ацетоном, хлороформом и др.), которые приводят к местному уменьшению количества липидов. При контакте кожи с водой не только удаляется часть липидной мантии, но и изменяются барьерные функции кожи в результате ее гидратации, что также ведет к увеличению ее проницаемости. Существенно

влияет на проницаемость состав химического вещества. Лучше проникают через кожу жиры и растворенные в них вещества. Проницаемость кожи меняется и при развитии дерматозов; вещества, ранее не проникавшие через роговой слой интактной кожи, начинают свободно преодолевать этот барьер. Что касается доставки лекарственных препаратов трансдермальным путем, то его преимущество перед введением их через рот или парентерально обусловлено тем, что такой путь не зависит от величины рН, содержимого желудка, времени после приема пищи и т. д. Лекарственный препарат при таком методе введения может быть доставлен непосредственно к пораженному органу, а его дозировка исключает большие колебания концентрации, как при парентеральном введении. Следует особо отметить, что большинство лекарств при парентеральном введении не обладает выраженной способностью накапливаться избирательно в коже. т. е. не являются дерматотропными. Попытки же повышения концентрации препарата в коже путем увеличения его парентеральных доз ведет к повышению частоты побочных эффектов. Местное применение лекарственных средств лишено подобных недостатков.

**Секреторная функция кожи** осуществляется сальными и потовыми железами. Кожное сало – сложное по составу жировое вещество полужидкой консистенции, в состав которого входят свободные низшие и высшие жирные кислоты, связанные жирные кислоты в виде эфиров холестерина и других стеаринов и высокомолекулярных алифатических спиртов и глицерина, небольшие количества углеводов, свободного холестерина, следы азотистых и фосфорных соединений. Стерилизующее действие кожного сала обусловлено значительным содержанием в нем свободных жирных кислот. Функция сальных желез регулируется нервной системой, а также гормонами эндокринных желез (половых, гипофиза и коры надпочечников). На поверхности кожи кожное сало, смешиваясь с потом, образует тонкую пленку водно-жировой эмульсии, играющей важную роль в поддержании нормального физиологического состояния кожи.

**Экскреторная функция кожи** сочетается с секреторной и осуществляется секрецией потовых и сальных желез. Количество выделяемых ими органических и неорганических веществ, продуктов минерального обмена, углеводов, витаминов, гормонов, ферментов, микроэлементов и воды зависит от пола, возраста, топографических особенностей кожи. При недостаточности функции печени или почек выделение через кожу таких веществ, которые обычно удаляются с мочой (ацетон, желчные пигменты и др.), увеличивается.

**Дыхательная функция кожи** заключается в поглощении кислорода из воздуха и выделении углекислого газа. Кожное дыхание усиливается при повышении температуры окружающей среды, во время физической работы, при пищеварении, развитии островоспалительных процессов в коже и др.; оно тесно связано с окислительно-восстановительными процессами и контролируется ферментами, деятельностью потовых желез, богатых кровеносными сосудами и нервными волокнами.

Недостаточность кожи – состояние, связанное с тяжелой потерей или нарушением функции кожи (по аналогии с недостаточностью других систем – сердечно-сосудистой, дыхательной, почечной, печеночной и т. д.). Недостаточность кожи заключается в потере нормального контроля за терморегуляцией, водно-электролитным и белковым балансом организма, потере механического, химического и микробного барьера. Она требует специального лечения как неотложное состояние и, помимо термических ожогов, может возникать при синдромах [Лайелла](#) и [Стивенса-Джонсона](#), [пустулезном псориазе](#), эритродермии, [вульгарной пузырчатке](#), реакции трансплантат против хозяина, буллезном эпидермолизе.