

I Лазерные технологии в косметологии

Введение

Главным источником богатства и благополучия человека является его здоровье. Когда человек здоров, он строен и красив, полон энергии, бодр, жизнерадостен. Научно-технический прогресс, безграмотное и бесконтрольное вмешательство человека в природу, погоня за сиюминутными благами, нарушение экологии, гиподинамия, неправильное питание, стрессы, вредные привычки, различные инфекции приводят к развитию разных заболеваний, преждевременному старению. Все это отражается на внешнем виде человека, его лице, его психологическом состоянии.

Современные лазерные технологии позволяют в короткие сроки провести эстетические и лечебные процедуры без отрыва от работы и социальной жизни, без рисков осложнений, присутствующим другим физическим методам воздействия.

В книге изложены биофизические основы воздействия лазерного излучения на ткани человека, основные направления и методики в косметологии и хирургии. Особое внимание уделено рекомендациям по выбору оптимального метода воздействия при решении эстетических проблем, техники безопасности при проведении процедур, после процедурного ухода за кожей.

Книга будет интересна для врачей-косметологов, занимающихся лазерными технологиями врачей-хирургов.

1. Клетка – основа жизнедеятельности организма человека

Жизнь на земле появилась миллиард лет назад, и произошла она от первобытной клетки. В процессе клеточного деления и эволюции развился растительный и животный мир. Каждая клетка состоит из огромного числа атомов и молекул. Из перио-

дической системы элементов всего лишь шесть элементов используются для построения подавляющего числа биологических молекул: углерод С, кислород О, водород Н, сера S, азот N, фосфор Р. Еще шестнадцать микроэлементов присутствуют в клетке в различных количествах и соотношениях. Это: железо Fe, медь Cu, цинк Zn, марганец Mn, кобальт Co, йод I, молибден Mo, ванадий V никель Ni, хром Cr, фтор F, селен Se, кремний Si, олово Sn, бор В, мышьяк As и пять ионов: натрий Na^+ , калий K^+ , магний Mg^{2+} , кальций Ca^{2+} , хлор Cl^- . В основу отбора положен принцип пригодности и целесообразности. Шесть основных биоэлементов имеют набор свойств, достаточный для построения почти всех необходимых для клетки молекул. Наибольшее значение из шести биоэлементов имеет углерод. Особенностью атомов углерода является способность углеродной цепи любого размера и конфигурации. Три из четырех валентностей углерода могут участвовать в образовании трехмерного скелета, а четвертая – связывать ту или иную функциональную группу. Вещества, образованные на основе углерода, называют органическими соединениями, которые могут иметь огромное число углеродных цепей и функциональных групп.

Клетка – это сложнейшая структура, состоящая из протоплазмы, ядра, различных филаментов, мембран и наружной оболочки. Наружная оболочка (плазматическая мембрана), как и внутриклеточные мембраны, состоят из липидов и белков.

Главными функциональными элементами, погруженными с сравнительно инертную липидную мембрану, являются белки. В различных мембранах они составляют от 25% до 75% общей массы. Одни из них пронизывают мембрану от ее наружной до внутренней поверхности, образуя каналы клетки. Другие белки закреплены в каком-то одном слое, образуя остов клетки. Белковые молекулы ориентированы так, что их гидрофобные группы погружены в липидную мембрану, а полярные гидрофильные

группы на поверхности мембраны погружены в водную фазу. Многие белки наружной поверхности мембраны представляют собой гликопротеины, сахаридные группы которых обращены во внеклеточную среду.

Работа клетки сводится к многочисленным биохимическим реакциям, каждая из которых протекает под действием своего фермента. Синтез белка происходит в соответствии с генами ДНК, то есть один ген – один белок. Таким образом, в генах содержится набор структур для всех видов белков – ферментов клетки, которые включают или останавливают синтез тех или иных веществ в зависимости от деятельности клетки в конкретный период. Включаются гены в работу под воздействием регулирующих систем организма (специфические гормоны и другие).

Деятельность клетки осуществляется специальными рабочими элементами, генами-регуляторами. Например, сила сокращения мышечного волокна определяется интенсивностью внешнего раздражителя (вес, масса, страх), массой сохранившихся белков и наличием энергии (АТФ). Поступившая в клетку информация включает белки-ферменты, необходимые для синтеза нужных аминокислот, белков или АТФ, или других веществ. Чем активнее работает молекула белка-фермента, тем больше синтезируется соответствующего белка. Чем выше запрос на конкретный белок-фермент, тем больше его молекул синтезируется, возрастает мощность функции. Таким образом, в клетке происходят аналогичные процессы, если сравнить ее со спортсменом – чем больше нагрузка, тем больше мышечная масса, тем больший объем работы может выполнить мышца.

При уменьшении внешнего раздражителя функция белка-фермента снижается, выработка необходимого белка падает, клетка становится менее активной. Спортсмен бросил трениро-

ваться, мышцы атрофировались, он не в состоянии выполнить и половину работы, выполнявшей ранее.

Эти механизмы активности и пассивности белковых рабочих структур характерны для мышечных, нервных железистых и других клеток. Снижение функции клеток приводит к развитию болезни.

Функция клетки зависит не только от режима работы, но и от условий среды, в которых она находится. При неблагоприятных условиях функция ее постепенно снижается, и, наконец, прекращается ее жизнедеятельность, наступает смерть. Вот почему очень важно при развитии болезни не только активизировать работу клеток, но и вывести «шлаки» из межклеточного пространства, нормализовать условия среды ее нахождения.

Следовательно, здоровье на клеточном уровне – это режим работы клеток, обеспечивающий ее среднюю активность, устойчивость, не ограниченную во времени. В таком режиме все биохимические реакции хорошо сбалансированы, не напряжены.

В процессе эволюции одиночной клетки развивались многочисленные организмы, сформировались органы.

Сколько же клеток в организме человека? Биологи, до сих пор используя новейшие достижения науки, пришли к выводу, что организм человека состоит из триллионов клеток. Клетки составляют структуру тканей и органов. Специалисты выделяют около 200 видов клеток, которые и составляют определенные ткани и органы. К примеру, гепатоциты (клетки печени) ответственны за метаболизм и накопление резервных материалов. Основными клетками поверхностного слоя кожи (эпидермиса) являются эпителиальные клетки кератиноциты (дифференцирующиеся эпителиальные клетки). Основными клетками центральной нервной системы являются нейроны, нервные клетки. Каждая из видов клетки выполняет свою специфическую функцию. Клетки эпидермального слоя в процессе дифференцировки

образуют роговой слой, который защищает глубже лежащие ткани и клетки от механического, химического, светового воздействия. Выражаясь образно, если на лицо положить тонкую синтетическую пленку, то функция пленки понятна. А организм человека за миллионы лет выработал свою систему поверхностной защиты в виде рогового слоя. Клетка каждого вида имеют определенную продолжительность функционирования. Клетки кишечного слоя живет 1-2 дня. Вечно живущие клетки нервной системы, нейроны и клетки волокон скелетных мышц.

В течении минуты в человеческом теле умирает и тут же начинает восстанавливаться около 300 миллионов клеток. Систематическое удаление клеток из организма путем клеточной смерти – это нормальный физиологический процесс, названный апоптозом (в переводе с греческого означает опадание цветочных лепестков). Данный процесс назван также программируемой клеточной смертью. Можно рассматривать апоптоз как смерть, наступающую в результате стимуляции клетки внешними сигналами, например, вредными веществами. А программируемую смерть – как смерть, обусловленную внутриклеточными сигналами. Сигналы, вызывающие каскад процессов, приводящих к клеточной смерти, включая активацию генов смерти, могут появляться вследствие срабатывания различных механизмов. В норме удаление клеток путем апоптоза происходит во время:

- развития организма;
- физиологического обновления клеток;
- атрофии, вызванной действием веществ недоброкачественной опухоли;
- вирусных заболеваний;
- нейродегенеративных заболеваний (болезнь Альцгеймера).

Что происходит в процессе апоптоза клетки? Первое – разрушение ядра клетки. Второе – расщепление внутриклеточных

мембран и органа клетки. Третье – нарушение структуры клеточной мембраны с ее расщеплением. И последнее – наступает фрагментация клетки с образованием дискретных апоптозных тел. Разделившаяся часть клетки, в которой сохранился генетический код, запускает механизмы зарождения новой молодой клетки.

Процесс апоптоза и развития новых молодых и более жизнеспособных и функционально активных клеток протекает в организме постоянно, непрерывно. На месте погибшей клетки восстанавливается однотипная молодая клетка.

Как только функция клетки снижается, процесс апоптоза преобладает над процессом восстановления, развивается болезнь, постепенное увядание организма (биологическая старость) и, в конечном результате, смерть.

Человеческий организм как биологическая структура запрограммирован на 200 лет. Однако внешние факторы, такие как: вирусные, инфекционные, паразитные поражения, экология окружающей среды, качество продуктов, неправильное питание, гиподинамия, стрессы, вредные привычки (алкоголь, никотин, наркотики), бесконтрольный прием стимулирующих напитков, особенно в детском возрасте, безграмотное использование лекарств, воздействие электромагнитных полей (чрезмерное увлечение компьютером, игровыми приставками, телевизором), различные запредельные шумы, - сокращают продолжительность жизни человека наполовину и более. Вывод напрашивается сам собой: чтобы быть здоровым и долго жить, чтобы все клетки функционировали в нормальном режиме, необходимо по возможности устранять все негативные факторы.

2. Строение, функции кожи и придатков кожи

2.1 Структура кожи

Кожа – это сложный орган, покрывающий все тело, регулирующий взаимодействие организма и окружающей среды. У

взрослого человека среднего роста площадь кожи составляет 1,5-2 м².

Кожа состоит из трех основных слоев: эпидермиса, онтогенетически развивающегося из энтодермы, дермы – соединительно-тканного срединного слоя и гиподермы, образованной жировой и соединительной тканью. Дерма и гиподерма происходят из мезодермы (рис. 1).

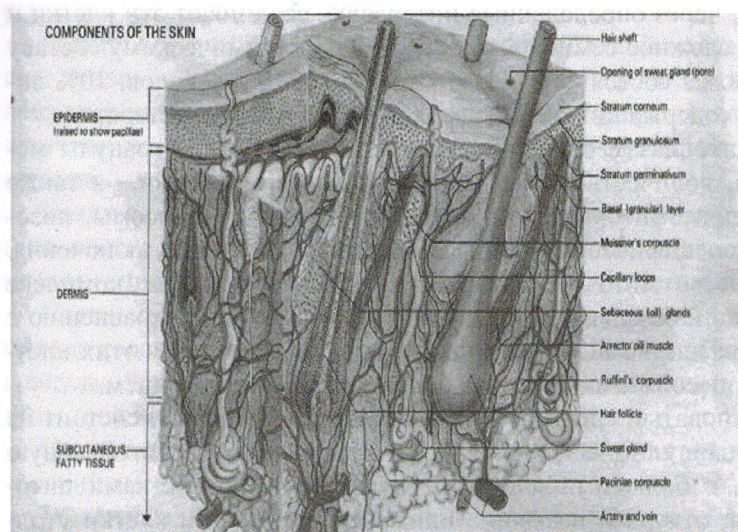


Рисунок 1. Структура кожи

На рисунке 1 надписи слева означают следующее:

- Epidermis – эпидермис (верхний слой кожи),
- Dermis – дерма (средний слой кожи),
- Subcutaneous Fatty Tissue – гиподерма или жировая клетчатка.

Эпидермис состоит из пяти слоев клеток, каждый из которых представляет собой определенную стадию дифференцировки эпителиальных клеток кератиноцитов. В порядке их деления и физиологической смены, в эпидермисе различают: базальный или зародышевый слой, шиповатый или слой шиповатых кле-

ток, зернистый или слой зернистых клеток, блестящий или элидиновый, и роговой слой.

Базальный слой представлен одним рядом клеток цилиндрической формы, располагающихся перпендикулярно к поверхности кожи в виде частокола. Их ядра овальные, богатые хроматином. Между клетками четко видны межклеточные промежутки в которых просматриваются межклеточные мостики, десмосомы. Десмосомы располагаются в местах контакта двух соседних клеток, через определенные интервалы, соединяют эти клетки и имеют сложное семислойное строение. По химическому составу десмосомы состоят их 76% протеинов, 17% углеводов, 10% липидов, содержащих 60% фосфолипидов и 40% холестерина.

В цитоплазме базальных клеток располагаются гранулы меланина, количество которого зависит от цвета кожи, а также органеллы: митохондрии, комплекс Гольджи, рибосомы, лизосомы, специфические тонофиламенты и различные включения. Количество митохондрий, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи в базальных клетках выражены слабее по сравнению с другими клетками. И связано это с преобладанием в этих клетках процессов гликолиза над биологическим окислением.

Шиповатый слой располагается над базальным и состоит из 5-10 рядов клеток. Нижние ряды клеток имеют полигональную форму, с большими ядрами и шиповатыми отростками цитоплазмы, откуда и название. Ближе к поверхности клетки утолщаются. Клетки шиповатого слоя разделены межклеточными промежутками и соединены между собой десмосомами, количество которых уменьшается по направлению к поверхности эпидермиса. Помимо десмосом в шиповатом слое встречается и другой тип соединения клеток, именуемый плотные контакты. В отличие от десмосом они имеют пятислойное строение.

Структура шиповатых клеток в основном сходна со структурой базальных клеток, но вместе с тем имеет и значительные отличия. В шиповатых клетках встречается большее количество десмосом. Пучки тонофиламентов более глубоже. В цитоплазме шиповатых клеток меньше гранул меланина, а в поверхностных слоях он отсутствует вообще. Количество органелл по сравне-

нию с базальными клетками значительно уменьшается, хотя структура сохранена.

Зернистый слой состоит из 3-10 рядов клеток, которые имеют форму вытянутого ромба с округлой формой ядра расположенного в центре. Цитоплазма зернистых клеток содержит гранулы кератогиалина различной формы и величины. Их количество зависит от толщины рогового слоя. В большем количестве они находятся в эпидермисе ладоней и подошв. Гранулы абсорбируют ультрафиолетовые лучи.

Зернистый слой является кератиногенной зоной эпидермиса, где происходит исчезновение ядра и других органелл клетки. Межклеточные промежутки сужаются, толщина клеточных мембран уменьшается. Клетки соединены между собой десмосомами.

Гранулы кератогиалина имеют неправильную форму, гомогенные или зернистые, и содержат большое количество аминокислот – пролина и цистина, и малое количество гистидина.

Гистидинсвязанный белок локализуется в центральной части гранул кератогиалина, а цистеинсвязанный белок по периферии гранулы. 95% гранул кератогиалина составляют протеины богатые серой и 1% липиды и углеводы.

Основная функция гранул кератогиалина их участие в образовании аморфного вещества рогового слоя.

В цитоплазме зернистых клеток находится большое количество пластинчатых гранул, которые играют исключительную роль в барьерной функции эпидермиса.

Блестящий слой состоит из 4-5 рядов плоских клеток, без ядер. Цитоплазма этих клеток богата белковым веществом – элеидином, которое под микроскопом проявляется в виде светлой полосы, откуда и название этого слоя – блестящий. В этом слое продолжается процесс кератинизации. В большинстве участков десмосомы уплотняются.

Роговой слой состоит из роговых чешуек, заполненных кератином, нерастворимым белком, состоящим из цистина, аргинина, небольшого количества лизина и гистидина. Толщина рогового слоя в разных участках кожи различна, от 9 до 14мкм. До 600мкм он достигает на ладонной поверхности и подошвах. У

мужчин этот слой толще, чем у женщин, с возрастом этот слой истончается.

Роговые чешуйки располагаются вертикальными колонками, и в нижних и средних отделах плотно прилегают друг к другу. В верхних рядах они лежат более рыхло и легко слущиваются.

В зависимости от распределения кератина в роговых чешуйках роговой слой разделяют на три отдела: базальный, промежуточный и поверхностный. В клетках базального отдела цитоплазма заполнена волокнистым кератином – волокнистый нерастворимый протеин.

В роговых чешуйках содержится также богатый гистидином протеин – филагрин и протеин оболочки инволюкрин. Филагрин способен вызывать агрегацию кератиновых фибрилл и образование кератина.

Десмосомы между роговыми клетками значительно уплотняются. Межклеточные промежутки заполняются липидами, играющими важную роль в барьерной функции и десквамации эпидермиса.

В эпидермисе нет кровеносных сосудов, поэтому питание клеток обеспечивается лимфой, протекающей через базальную мембрану.

Среди клеток базального слоя располагаются дендровидные клетки, синтезирующие кожный пигмент меланин. Их отростки разветвляются между эпителиальными клетками и проникают через базальную мембрану к мезенхимальным клеткам верхних слоев дермы. Меланин, синтезированный в цитоплазме меланоцита, передается мезенхимальным клеткам через дендровидные отростки, с которыми эти клетки находятся в контакте. Меланиновые гранулы, представляющие собой трансформированные неактивные меланосомы, передаются с помощью механизма фагоцитоза.

В верхних слоях эпидермиса встречается и другой тип дендровидных клеток — панкреатические островки (островки Лангерганса), функция которых недостаточно выявлена. Некоторые авторы идентифицируют их как гистиоциты, благодаря отдаленному сходству их структуры — наличию специфических ор-

ганелл, напоминающих теннисные ракетки, выявляемых с помощью электронной микроскопии.

Между эпидермисом и дермой располагается *membrana basalis*. Она образована базальными частями мембран клеток базального слоя с поледесмосомами, формирующими гомогенную зону — *lamina basalis*, образованную ШИК-положительной субстанцией и частью фибриллярного слоя проколлагеновых волокон. Эти пограничные структуры имеют большое значение для надежной связи эпидермиса с дермой.

Дерма, или собственно кожа, состоит из сосочкового слоя — *stratum papillare* — и подлежащего сетчатого слоя (*stratum reticulare*). Папиллярный слой вдастся в эпидермис, образуя благодаря этому кожные сосочки. Этот слой состоит из плохо окрашиваемых клеточных элементов и тонких волокон. *Stratum reticulare* — наиболее плотный и надежный слой кожи, так как образован коллагеновой соединительной тканью. Коллагеновые волокна, переплетаясь между собой, образуют сеть, располагающуюся почти на поверхности кожи. Они проходят в подкожную клетчатку между жировыми дольками подкожной соединительной ткани. В дерме также находятся ретикулярные волокна, расположенные под эпидермисом и около придатков кожи. Ретикулярные волокна превращаются в коллаген постепенно. Третий вид волокон в дерме — это эластические волокна, неравномерно распределенные в различных участках кожи. На лице они образуют густую сеть, упорядочиваясь по направлению растяжения к линиям Лангерса. Эстетические послеоперационные рубцы получаются только в том случае, если разрезы проходят по ходу этих линий, минуя их поперечное пересечение. После перерезки или разрыва эластические волокна не восстанавливаются.

Из клеточных элементов соединительной ткани наиболее характерными являются фиброциты, называемые также фибробластами, так как они синтезируют вещества, из которых построены соединительные фибриллы. В дерме также находятся тучные клетки, макрофаги и гистиоциты. Через стенки сосудов в дерму проникают лимфоциты — плазмические клетки, которые могут происходить от В-лимфоцитов, сегментоядерные лейкоциты и

единичные эритроциты. При воспалительных процессах трансформации В- и Т-лимфоцитов в результате иммунных процессов в коже образуются различные клетки.

Между клетками и соединительными волокнами располагаются основная субстанция и межклеточное вещество, состоящее из элементов плазмы крови и веществ, выделяемых фибробластами. Межклеточное вещество содержит воду, соли и мукопротеины (мукополисахариды). Тропоколлаген, выделяемый фибробластами в межклеточное пространство, превращается там в преколлаген.

Гиподерма — *subcutis, pannoulis adiposus* — подкожный слой, состоящий из жира и соединительной ткани. Ее характеризуют жировые дольки, образованные липоцитами — клетками мезенхимы, наполненными жиром. Жировая капля оттесняет ядро и цитоплазму липоцита к периферии клетки. Между жировыми дольками тянутся коллагеновые волокна, образующие сеть *retinacula subcutanea*, прикрепляющиеся к подлежащим фасциям мышечных пучков и осуществляющие крепкую связь между кожей и подлежащими тканями. При ожирении размеры липоцитов увеличиваются (гиперпластическая форма ожирения), они активно задерживают воду. При голодании нейтральные жиры в липоците распадаются на глицерин и жировые кислоты, проникающие затем через клеточную мембрану и стенки капилляров в кровотоки.

Кожное кровообращение. Кровеносные сосуды — артерии, вены и лимфатические сосуды — проникают в кожу из подлежащих мышц и тканей. В гиподерме они образуют глубокое сосудистое сплетение — *plexus arteriosus subcutaneus (profundus)*. Артериальные веточки от этого сплетения проходят через *retinacula subcutanea* в кожу, где разветвляются среди жировых долек. Под дермой они образуют *plexus arteriosus cutaneus*, обеспечивающее питание сетчатого слоя, волосяных фолликулов, сальных и потовых желез. Под сосочковым слоем находится поверхностное сплетение — *plexus arteriosus subpapillaris*, образованное артериями небольшого калибра. Ответвления от этого сплетения образуют в кожных сосочках сосудистые петли, направляющиеся к поверхности кожи, при капилляроскопии они

имеют вид дуг. Капилляры переходят в венулы и вены, образуя три аналогичных сплетения. В коже, покрывающей конечности, кончик носа и ушные раковины, имеются артериовенозные анастомозы, или так называемые *glomi neuromyoarteriales* Мейсона, через которые кровь поступает в многочисленные капилляры, предохраняя кожу от охлаждения. Лимфатическая система кожи повторяет структуру артериальной и венозной сети, образуя также три сплетения.

Иннервация кожи. Кожа иннервируется цереброспинальными и вегетативными нервными волокнами, образующими глубоко расположенное сплетение. Кроме того, около волосяных фолликулов также формируются нервные сплетения. Свободные нервные окончания, в отличие от кровеносных сосудов, проникают и в эпидермис.

Чувствительные волокна спинномозговых и черепных нервов оканчиваются на различном уровне рецепторами. Рецепторы могут быть инкапсулированными и неинкапсулированными. В нижнем слое эпидермиса располагаются неинкапсулированные рецепторы, образованные одной чувствительной клеткой, волокно которой на периферии теряет миелиновую оболочку, образуя диски Маркеля. Инкапсулированные рецепторы находятся как в кожных сосочках (тельца Майснера), так и в дерме (тельца Гольджи-Мазони, Краузе и Руффини). Наиболее глубоко в гиподерме около сухожилий располагаются тельца Фатер-Пачини, в связи с чем считается, что они воспринимают ощущения глубокого сдавливания и растяжения, тогда как тельца Майснера, вероятно, воспринимают ощущения прикосновения. Полностью не установлена дифференциация функций рецепторов кожи. Наиболее вероятно, что одни и те же рецепторы при различных условиях воспринимают различные ощущения - прикосновения, давления, вибрации, зуда, щекотки, тепла и холода.

2.2 Строение и физиология волос

Волос состоит из двух основных частей: стержня волоса, который выступает над кожей, и волосяной луковицы, или как ее иногда называют - корня волоса, которая растет под кожей и является необходимой для роста волос.

Волосяной фолликул.

Волосяной фолликул – это полость цилиндрической формы, в которой находится стержень волоса. В самом низу фолликула находится дермальный сосочек – сложная структура ткани, пронизанная крошечными кровеносными сосудами и гормональными рецепторами (рис. 2). Кровь, протекающая по сосудам, питает систему богатыми питательными веществами и андрогенными гормонами, которые стимулируют рост волос.

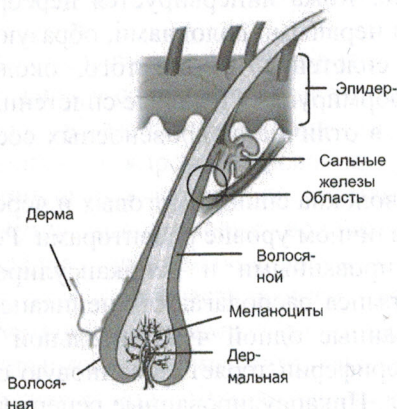


Рисунок 2.

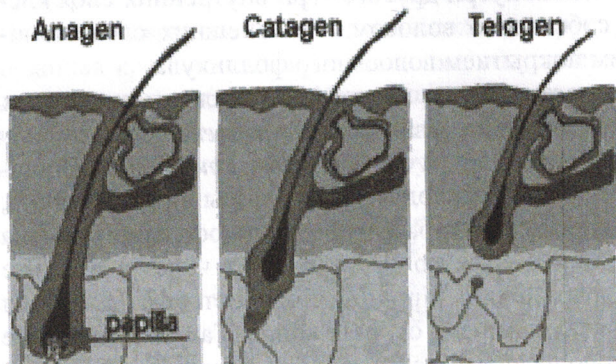
Структура волоса

В верхней части фолликула, вблизи границы дерма-эпидермис, имеется «утолщение», называемое областью bulge. Из области bulge стволовые клетки мигрируют в матрикс, где начинают рост и дифференцировку. Даже при полном разрушении дермальной папиллы фолликул способен к регенерации (при условии сохранения стволовых клеток в области bulge).

Таким образом, мишенью при проведении процедур эпиляции является дермальная папилла, осуществляющая питание волоса в процессе его роста, и область bulge, ответственная за регенерацию волос. Современные методы электроэпиляции, а также лазерной и фотоэпиляции, изложены в главе III, а методики проведения процедур - в главе IV.

Так как новые клетки, вырабатываемые в нижней части луковицы, растут и развиваются, они выталкивают вверх ранее

щийся на базе комплексов, содержащих железо. Со временем количество меланиновых гранул уменьшается и волосы седеют.



Глубина фолликула

Глубина фолликула составляет приблизительно 0,5 – 4,5 мм, в зависимости от области тела. Глубина незначительна на участках около лица, и глубже в области бикини, на ногах и подмышками.

Меланин

Меланин – это пигмент, который окрашивает волосы и кожу. Он вырабатывается в клетках, которые называются меланоцитами, расположенных в волосяной луковице, а также в эпидермисе. По мере того, как развивающийся волос двигается вверх по фолликулу, вместе с ним вверх переносится и меланин.

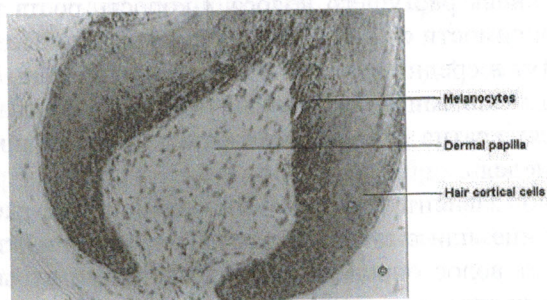


Рисунок 3.