

# ЛЕКЦИЯ

# “СТРОЕНИЕ КОЖИ”





Кожа является  
внешним покровом  
тела человека и  
выполняет ряд  
важных жизненных  
функций.  
Она отличается  
сложным строением.

# Основные функции кожи

Прежде всего, кожа является — зеркалом состояния здоровья всего организма; по состоянию кожи можно определить заболевания, которыми человек страдает.

**Защитный барьер** от проникновения внешней инфекции — плотный верхний слой эпидермиса и поверхностный слой жирных кислот (липидный слой), формирующий поверхностный электрический потенциал, необходимый для нормального функционирования кожи.

**Амортизационная** функция кожи — за счет сетчатого и жирового слоев, предохраняющих организм от сотрясений.

**Выделительная** функция: потовые железы выделяют в день около 40 граммов соли, а сальные — 300 граммов сала за неделю; при сухом и жарком климате потовые железы выделяют много жидкости, что облегчает работу органов выделения — почек.

Участие в **газовом обмене**: через кожу в 2 раза больше выделяется водяных паров, чем через легкие.

Участие в **тепловом обмене**: оптимальной температурой окружающей среды является 18-20 градусов Цельсия; кожа активно реагирует как на повышение, так и на снижение температуры.

**Осязательная** функция: чувствительность к температуре, массе, болевым воздействиям, прикосновениям (так как кожа непосредственно связана с нервной системой).

**Всасывающая** способность кожи: через поры к сосудам. Сам эпидермис представляет собой очень плотную защиту, через которую ничто не проникает.

Кожа содержит 60-70% воды, жировой слой содержит 10% воды. Сама дерма состоит на 90% из коллагена. Кожа нуждается в витаминах Д, В, Е, С, причем, А и Е называют витаминами красоты, кроме того группа А, Е и С— **антиоксидантная**, замедляющая процесс старения.

# Несколько интересных фактов

- -Кожные покровы занимают **площадь 1,5-2 м<sup>2</sup>**.
- -**Масса** кожи человека составляет около **5%** от массы тела.
- -Ежедневно с потом через кожу **выводится** около **600 мл воды**, а также минеральные соли, ароматические соединения, белковые вещества и жиры.
- -В клетках кожи под действием ультрафиолетовых лучей происходит **синтез витамина D**.
- -**Запах** пота обусловлен производными индола, выделяемыми апокринными потовыми железами, которые располагаются в области подмышек и промежности.
- -**pH** кожи 3,8-5,6





Кожа развивается из  
двух зародышевых  
листочков:  
**эктодермального** –  
эпидермис и  
**мезодермального**  
– дерма и  
гиподерма



# Строение кожи



- Кожа состоит из **трех** слоев:
  - эпидермиса,
  - собственно кожи и
  - подкожной жировой клетчатки.
- Каждый из них, в свою очередь, состоит из нескольких слоев.



# Эпидермис

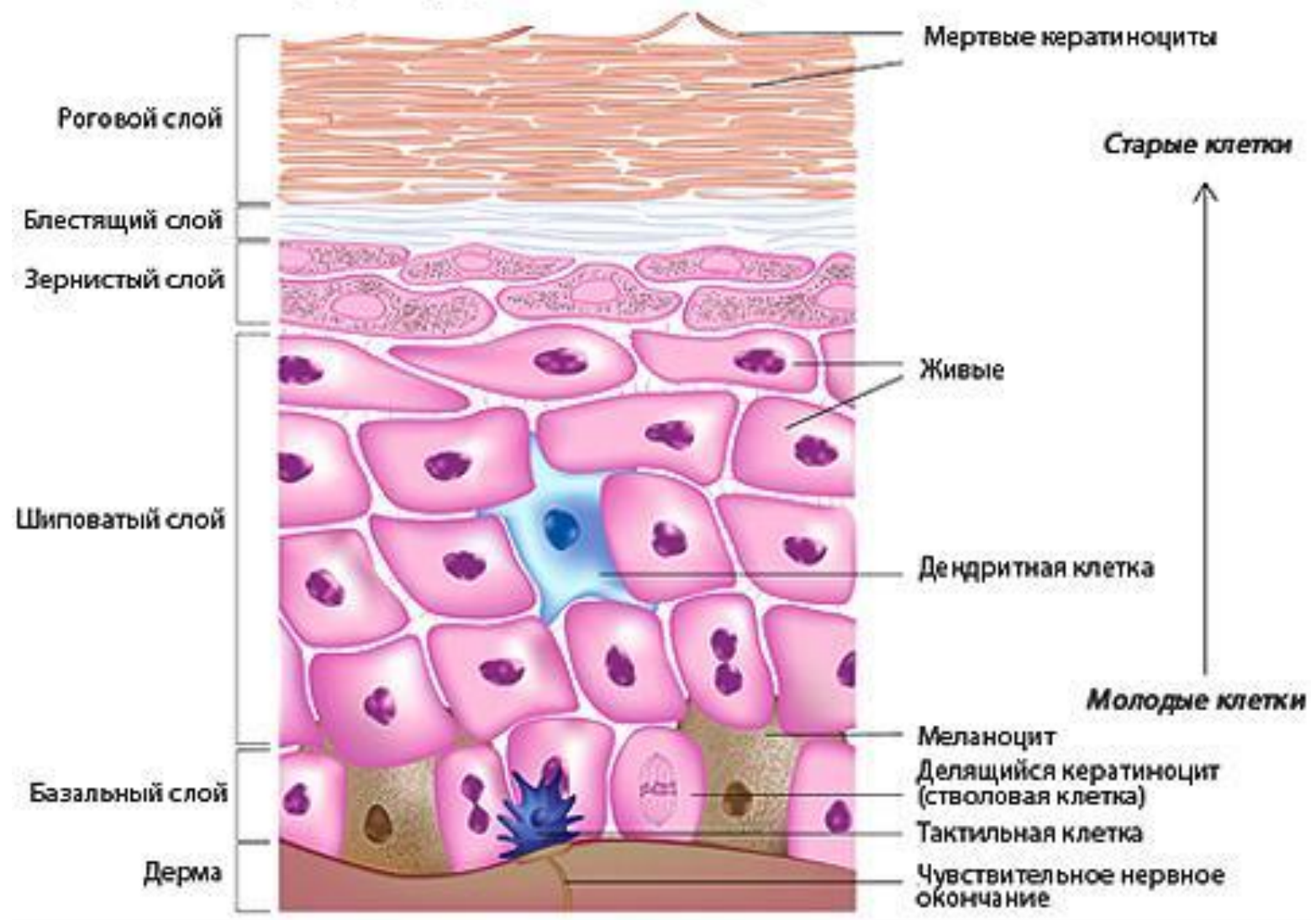
Самый тонкий слой кожи.

Представляет собой многослойный ороговевающий эпителий. Состоит из 5 слоев отличных друг от друга по строению.

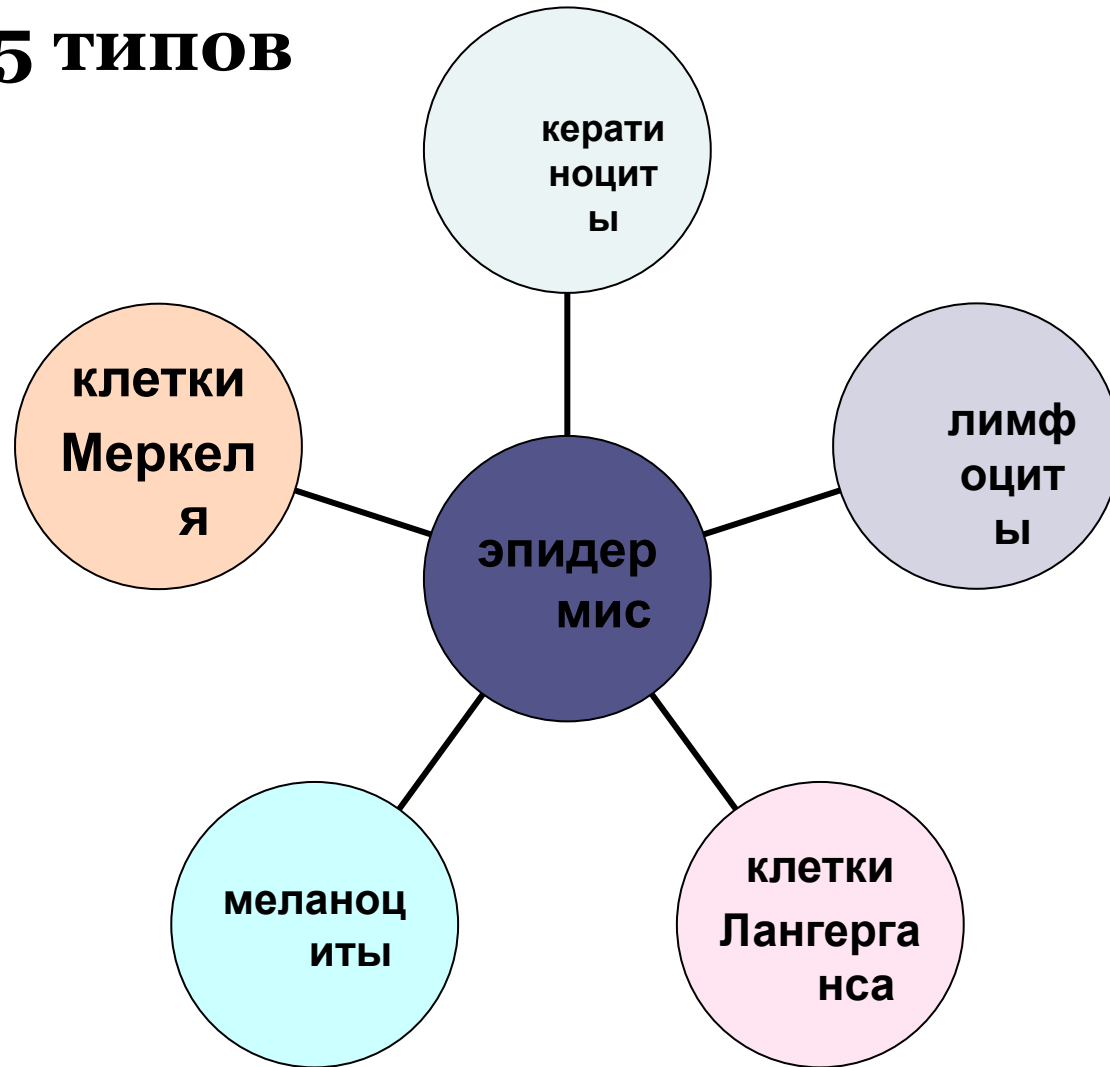
Толщина эпидермиса неодинакова на различных участках кожного покрова. Наиболее мощный он на ладонях и подошвах, более тонкий – на коже век, головке полового члена и крайней плоти.



# Структура эпидермиса



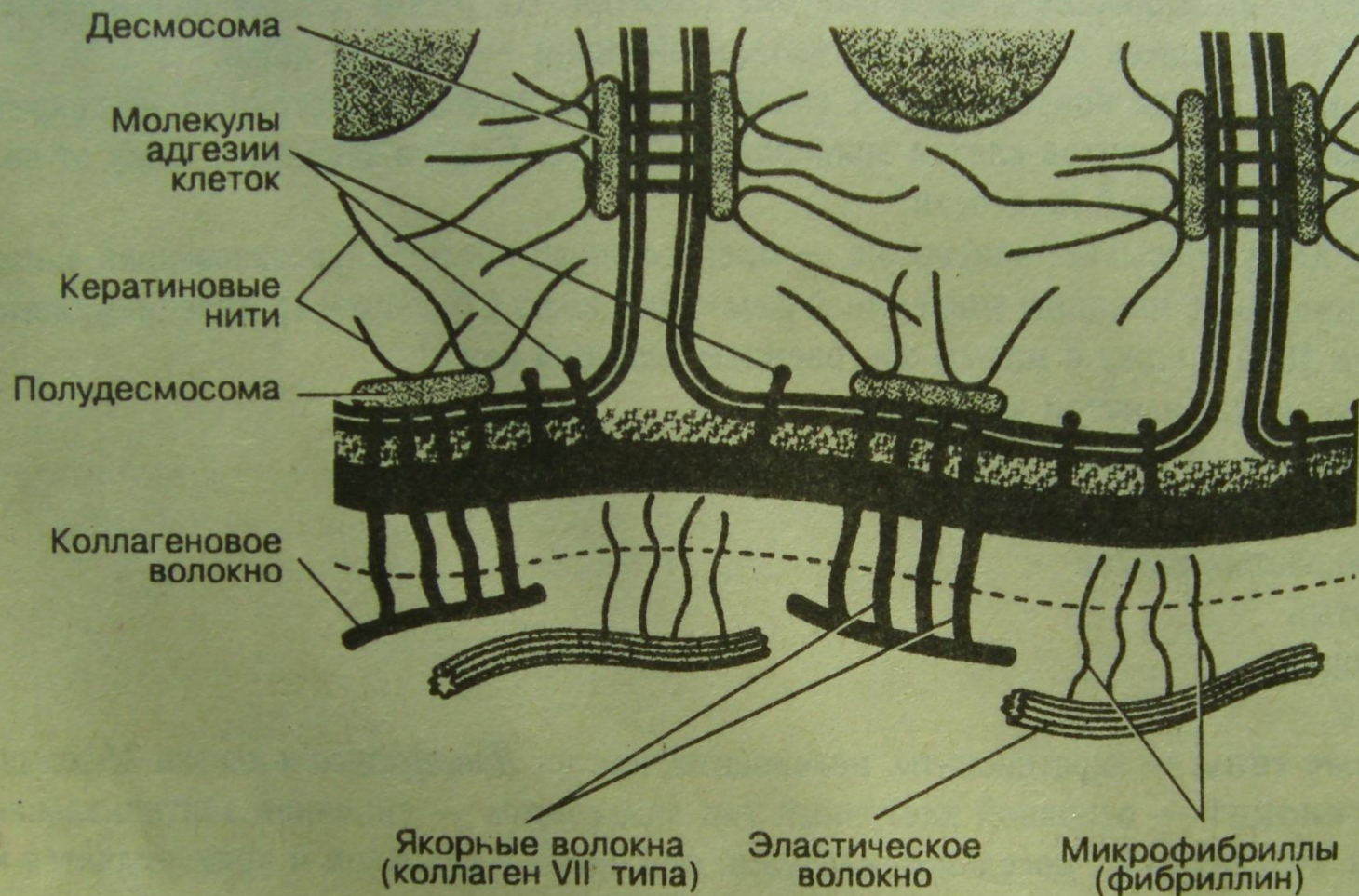
- В эпидермисе различают **5 типов клеток**:



# Базальная мембрана

- Эпидермис и дерму разделяет базальная мембрана.
- Она предотвращает рост эпидермиса в дерму, а также выполняет обменную функцию.
- Толщина базальной мембраны составляет 40-50 нм, она имеет неровные контуры.
- Это самый глубокий слой эпидермиса. Представлен одним рядом клеток цилиндрической формы, располагающихся перпендикулярно поверхности кожи в виде частокола.





**Рис. 16-2. Прикрепление клеток базального слоя эпидермиса друг к другу и к базальной мембране.** Кератиноциты соединяются при помощи десмосом и прикрепляются к базальной мембране полудесмосомами. В соединительной ткани тотчас под базальной мембраной расположены тонкие *якорные* волокна из коллагена типа VII, которые одним концом прикреплены к основным коллагеновым волокнам (коллаген I типа) в соединительной ткани сосочкового слоя, а другим концом вплетаются в *lamina densa* базальной мембраны. Отходящие от эластических волокон нити фибриллина также взаимодействуют с *lamina densa* [из Stevens A, Lowe J, 1992]

1. Плазмолемма базальных кератиноцитов, с комплексом полудесмосом.
2. Собственно базальная мембрана включающая:
  - ◆ светлую пластинку, состоящую из тонких поперечных волокон «якорные волокна» более выраженные в области полудесмосом;
  - ◆ плотную пластинку, содержащую высокое количество коллагеновых фибрилл 4 типа, которые являются продолжением якорных фибрилл поверхностной дермы. А также протеогликан – гепаринсульфат, образующий фильтрационный барьер.
3. Фибриллярная суббазальная зона, представлена подлежащей поверхностной дермой.



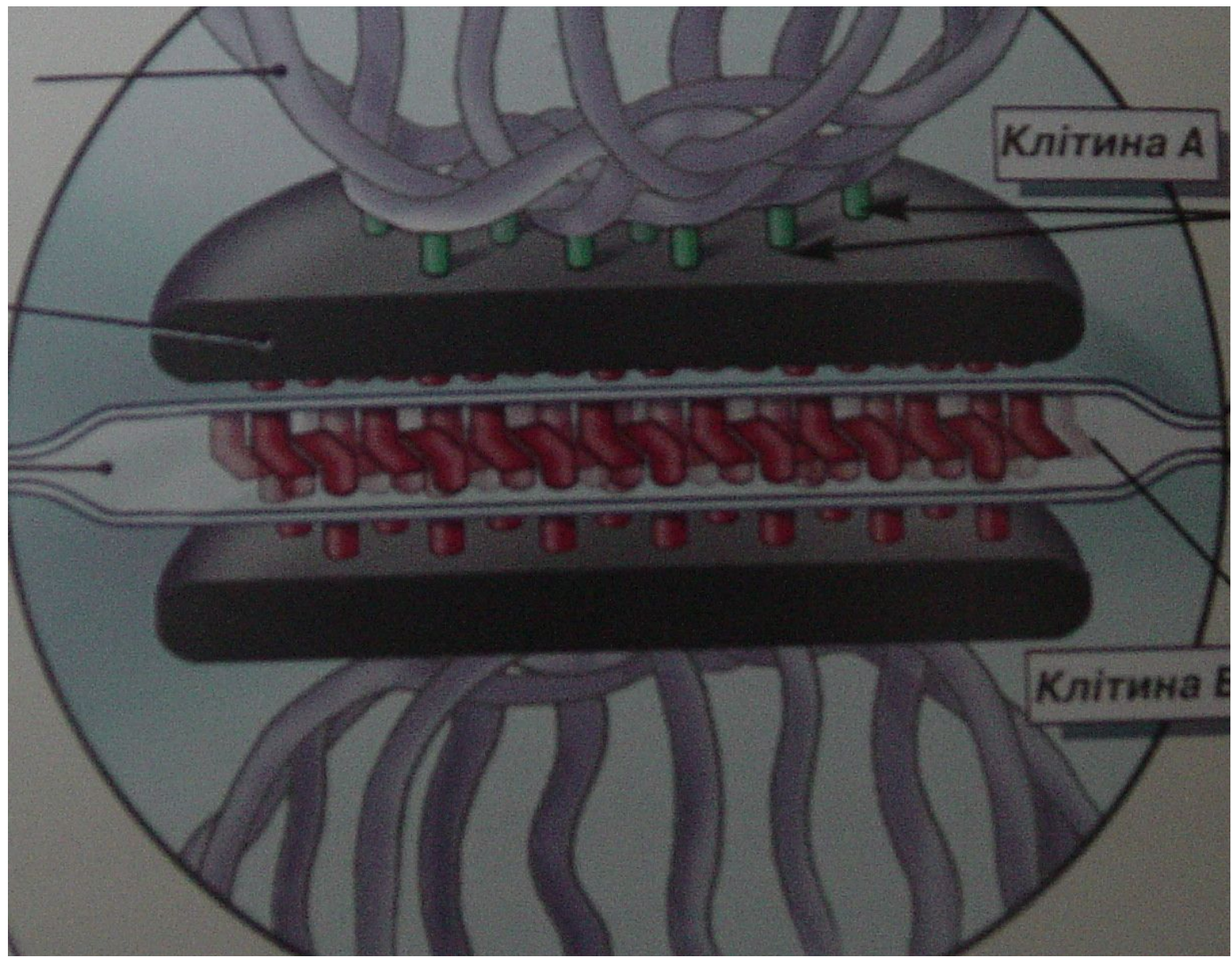
# *Основные характеристики базального слоя*

1. Метаболически самый активный слой
2. Стволовые клетки – мероклон - БК
3. Базальный кератиноцит - 50 митоз
4. На каждые 5-6 кл. – одна в митозе
5. Скорость деления зависит от уровня раздражения
6. Постоянное самообновление
7. Репарация повреждений
8. Межклеточные щели больше чем в шиповатом слое

**Кератиноцит** — типичная эпителиальная клетка, которая соединяется с базальной мембраной полудесмосомами, а между собой и с клетками Меркеля — с помощью десмосом.

- Кератиноциты *базального слоя* имеют призматическую форму, округлое богатое хроматином ядро и базофильную цитоплазму. В ней выявляются органеллы, кератиновые промежуточные тонофиламенты и в некоторых клетках гранулы черного пигмента меланина.

- Кератиноциты *размножаются* путем митотического деления, и новообразованные клетки включаются в процесс кератинизации (дифференцировки).



При этом одна из вновь образовавшихся клеток остается прикрепленной к базальной мембране, вторая, оторвавшись от нее, мигрирует вертикально вверх, вступая на путь апоптоза. Отрыв от базальной мембраны служит пусковым сигналом для синтеза **белка кератина**, который по мере продвижения клетки вверх заполняет всю цитоплазму и постепенно вытесняет все клеточные органеллы. В результате кератиноцит теряет ядро и превращается в корнеоцит – плоскую чешуйку, заполненную кератиновыми гранулами, придающими ей жесткость и прочность. Завершение этого процесса происходит в роговом слое.

- **Весь процесс кератинизации** продолжается 3—4 недели (на подошвах стоп — быстрее)

## **НЕОБХОДИМО ПОМНИТЬ!!!**

Митотическая активность базального слоя  
зависит от:

- ▲ состояния нервной и эндокринной системы – понижается в 35-40 лет
- ▲ времени суток – понижается с 5 до 10 утра, повышается вечером
- ▲ понижается при болевых раздражениях кожи, состояниях страха, депрессии.

# Важно!

При повреждении кожи направление миграции клеток меняется (не только вертикально, но и горизонтально).

Таким образом, обе клетки, образованные в результате деления, сохраняют контакт с базальной мембраной и способность к митозу – происходит регенерация эпидермиса.



С *косметической* точки зрения **важно**, чтобы поддерживался баланс между **4-мя** основными процессами в коже:

- ☀ **деление** клеток базального слоя;
- ☀ **эксфолиация** (отторжение роговых чешуек);
- ☀ процесс **дифференцировки** кератиноцита;
- ☀ **апоптоз** кератиноцитов.

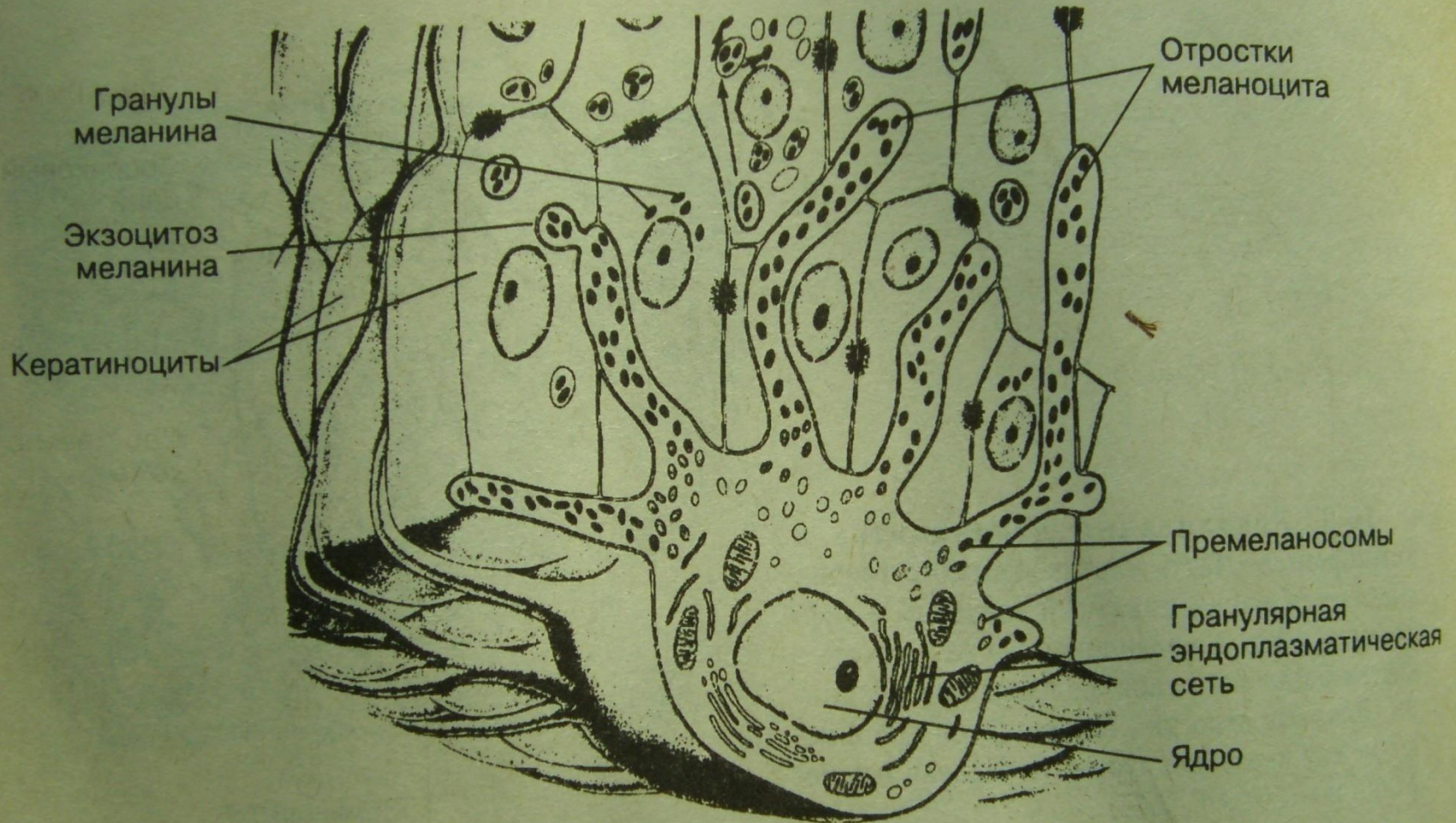
**Меланоциты**, или пигментные клетки.

Они не связаны десмосомами с соседними кератиноцитами.

Меланоциты имеют несколько ветвящихся отростков, достигающих зернистого слоя.

Органеллы специального назначения в этих клетках – **меланосомы** — структуры овальной формы, состоящие из плотных пигментных гранул и фибриллярного каркаса, окруженных общей мембраной. Они оформляются в аппарате Гольджи, где к ним присоединяются ферменты тирозиназа и ДОФА-оксидаза. Эти ферменты участвуют в образовании из аминокислоты тирозина кожного пигмента меланина, содержащегося в меланосомах.

Меланосомы продвигаются по специальным отросткам меланоцита, затем **происходит** экзоцитоз меланина, который в последующем захватывается кератиноцитом и накапливается в виде глыбок пигмента в апикальной части над ядром, после чего меланин подвергается деградация под действием ферментов лизосом, тем самым защищая ядро кератиноцита от пагубного действия УФ-лучей.



**Рис. 16-4. Меланоцит в базальном слое эпидермиса.** Меланин образуется и хранится в специальных пузырьках — меланосомах, которые образуются из премеланосом. По мере накопления меланина меланосомы транспортируются из ядросодержащей части меланоцита в его отростки, где происходит экзоцитоз меланина. Выделенный меланин захватывают кератиноциты [из *Junqueira LC, Carneiro J, 1991*]

В среднем на 10 кератиноцитов приходится один меланоцит.

Пигмент **меланин** обладает способностью задерживать ультрафиолетовые лучи и поэтому не позволяет им проникать в глубь эпидермиса, где они могут вызвать повреждение генетического аппарата интенсивно делящихся клеток базального слоя.

Синтез пигмента возрастает под действием ультрафиолетового излучения и меланоцитстимулирующего гормона гипофиза.

В самом эпидермисе УФ-лучи оказывают влияние также на кератиноциты, стимулируя в них синтез витамина D, участвующего в минерализации костной ткани.



# От чего зависит цвет кожи?

У людей, живущих в жарких странах, меланина в коже вырабатывается очень много, поэтому кожа у них смуглая; наоборот, у людей, живущих на севере, меланина мало, поэтому кожа северян светлее.



## **Клетки Меркеля – осязательные клетки.**

Наиболее многочисленны в сенсорных областях кожи (пальцы, кончик носа и др.). К их основанию подходят афферентные нервные волокна.

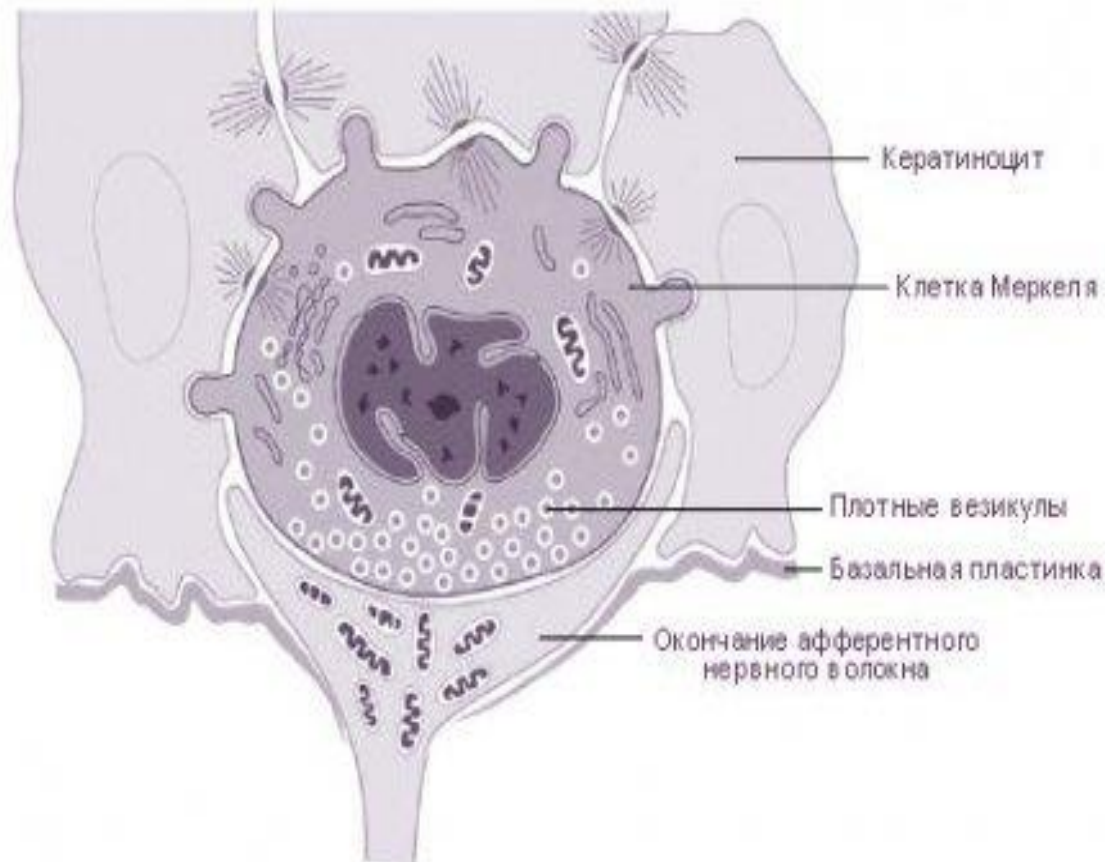
Возможно, что клетки Меркеля и афферентные нервные волокна образуют в эпидермисе осязательные механорецепторы, реагирующие на прикосновение. В цитоплазме клеток

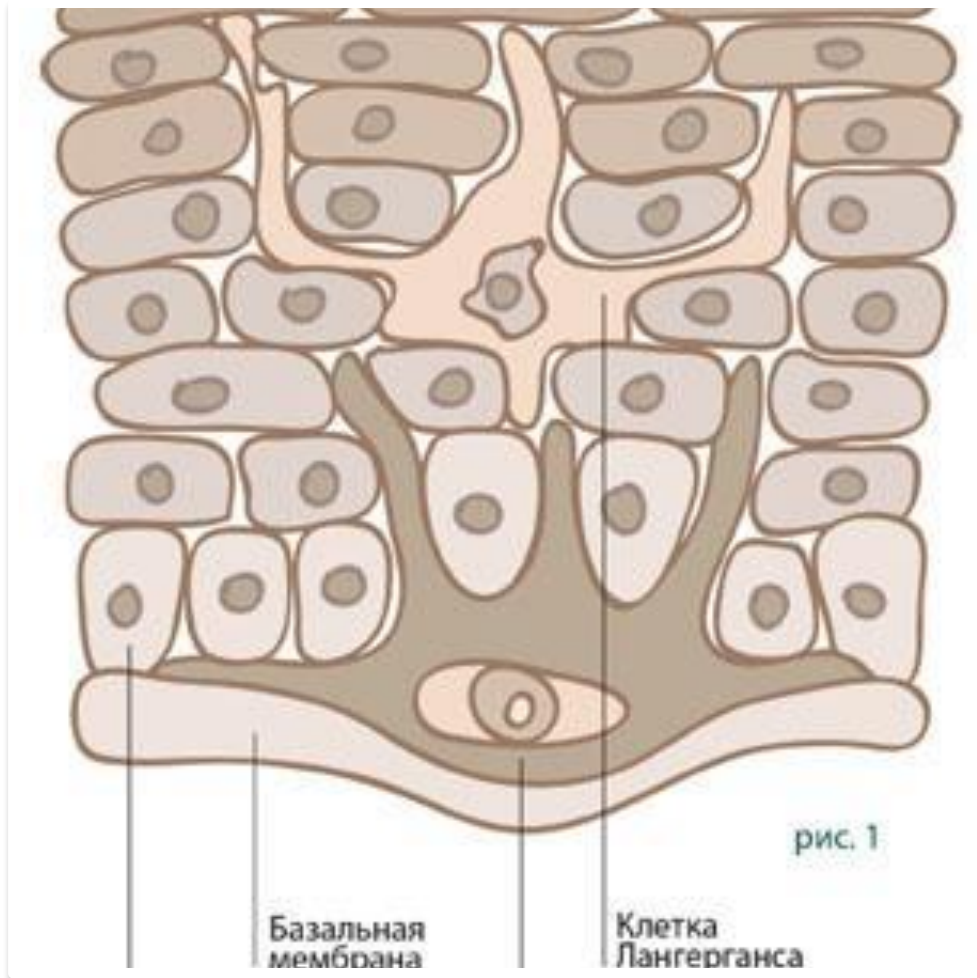
выявляются гранулы с плотной сердцевиной, содержащие **бомбезин, ВИП**

(вазоинтестинальный пептид), **энкефалин** и другие гормоноподобные вещества. В связи с этим полагают, что клетки Меркеля обладают эндокринной способностью. Эти клетки участвуют в регуляции регенерации эпидермиса, а также тонуса и проницаемости кровеносных сосудов дермы с помощью ВИП и гистамина, высвобождающегося под их влиянием из тучных клеток.



# Клетка Меркеля





## Клетки Лангерганса

(белые отростчатые эпидермоциты)

Составляют 3% всех клеток эпидермиса.

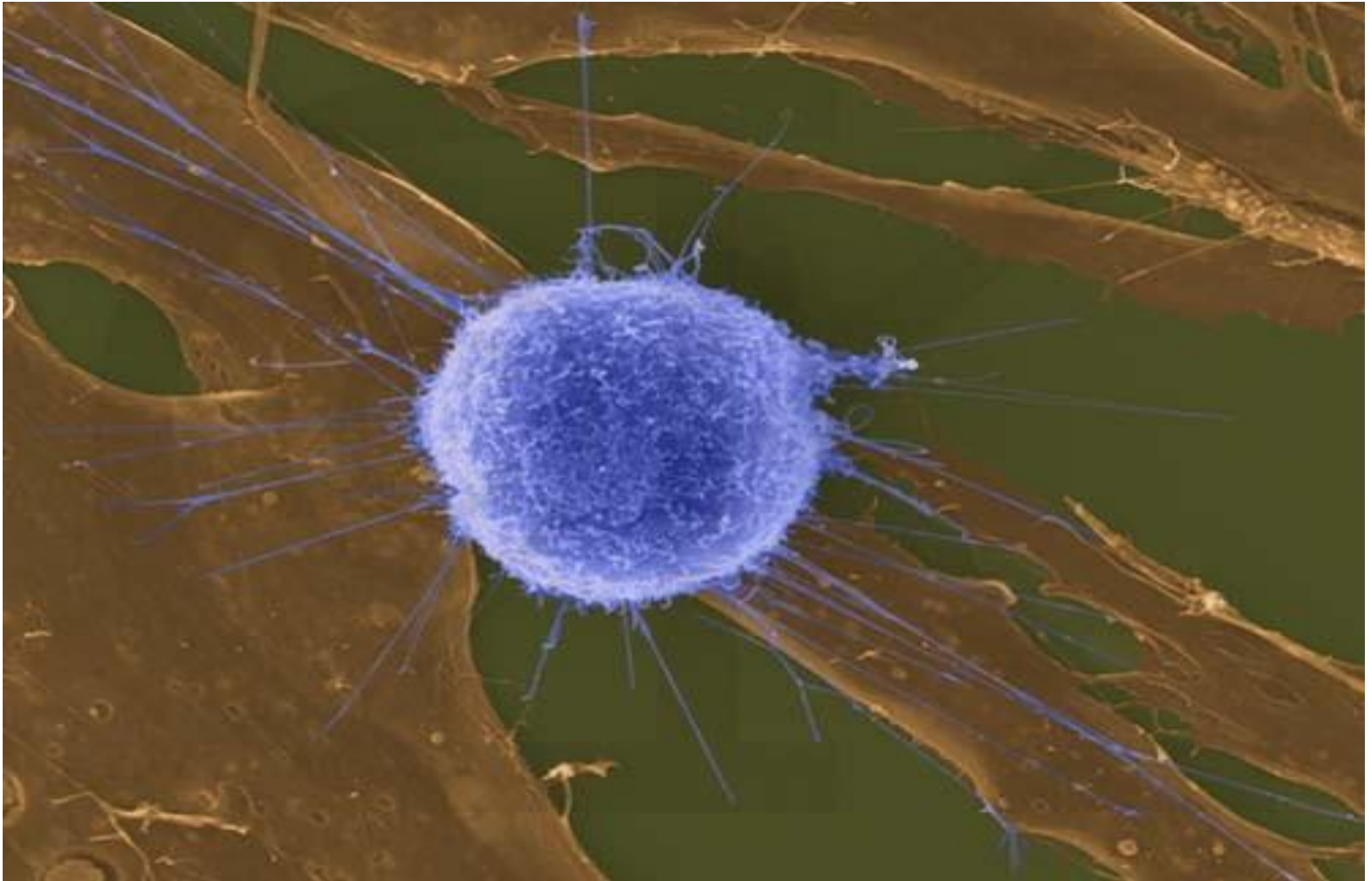
Выполняют иммунологические функции **макрофагов** эпидермиса.

Эти клетки способны мигрировать из эпидермиса в дерму и в регионарные лимфатические узлы. Они воспринимают антигены в эпидермисе и **«представляют»** их внутриэпидермальным лимфоцитам и лимфоцитам регионарных лимфатических узлов, «запуская» таким образом иммунологические реакции.

Клетки Лангерганса не связаны десмосомами с окружающими кератиноцитами. Для них характерны вытянутая отростчатая форма, неправильной формы ядро и присутствие в цитоплазме аргирофильных **гранул Бирбека**, имеющих вид теннисных ракеток. Своими отростками клетки Лангерганса объединяют окружающие их кератиноциты в т.н. **эпидермальные пролиферативные единицы (ЭПЕ)**, из которых состоит эпидермис. Проллиферативные единицы имеют форму вертикальных колонок, они занимают всю толщу эпидермиса и состоят из центрально расположенной клетки Лангерганса и кератиноцитов (примерно из 20 в «тонкой» коже и из 50 — в «толстой» коже) на протяжении всех слоев эпидермиса. В ЭПЕ клетки Лангерганса оказывают регулирующее влияние на пролиферацию (деление) и дифференцировку (ороговение) кератиноцитов, возможно, с помощью **кейлонов**, обнаруженных в их гранулах.

**Лимфоциты**, относящиеся к Т-популяции, проникают в базальный и шиповатый слои эпидермиса из дермы. Здесь может происходить их пролиферация под влиянием интерлейкина-1 (IL-1), выделяемого клетками Лангерганса, а также под влиянием факторов типа тимозина и тимопоэтина, вырабатываемых кератиноцитами. Таким образом, внутриэпидермальные макрофаги (клетки Лангерганса) и лимфоциты участвуют в построении иммунологического защитного барьера кожи, относящегося к периферической части **иммунной системы** организма.

## «Резидентный» лимфоцит в коже





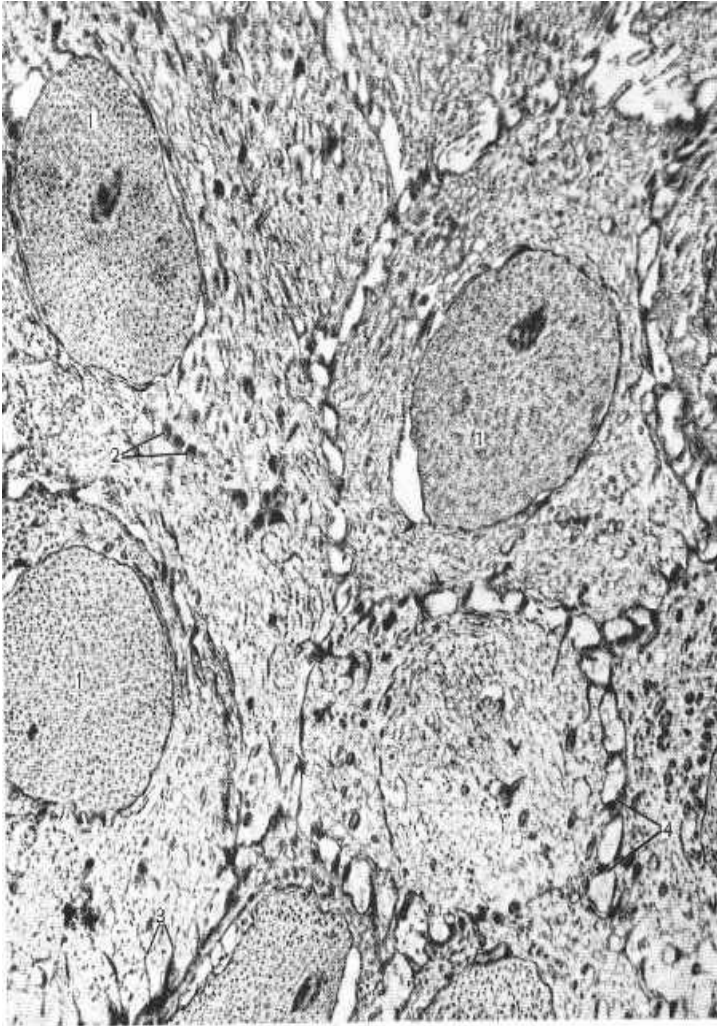
# *Stratum spinosum* (шиповидный)



- Является самым толстым слоем эпидермиса, состоит из 4-15 рядов шиповатых клеток, которые в нижних рядах имеют многогранно кубическую форму, а к периферии все более уплощаются.
- Клетки снабжены большими ядрами и шиповидными отростками цитоплазмы (десмосомами), которыми клетки соединяются между собой. Благодаря отросткам, похожим на шипы, клетки и получили свое название. По межклеточным пространствам из дермальных капилляров в эпидермис поступают питательные вещества.



# Шиповатый слой



- 5-10 рядов клеток
- В слое клетки Лангерганса и Т-лимфоциты

Размер 12 мкм,  
полигональной формы

- ◆ Ядро
- ◆ Тонофиламенты - больше
- ◆ Пальцевидные отростки – соединение по типу «замка молнии»
- ◆ Десмосомы - больше
- ◆ Меланосомы - больше
- ◆ Органеллы - сохранены

# Основные характеристики

Самый большой слой живых клеток

1. В нижних рядах возможны митозы
2. Повышенная сопротивляемость механическим травмам
3. Слабопроницаем для химических веществ
4. Начало процессов кератинизации
5. Основной слой фотозащиты
6. Межклеточные щели уменьшены
7. Органеллы сохранены
8. В этом слое происходит синтез **белка прекератина** – растворимого предшественника кератина, а также синтез липидов

# *Что такое мальпигиевый слой?*

Так принято называть  
базальный и шиповатый слои  
вместе.

За счет него постоянно (каждые  
3—4 нед.)

происходит обновление  
эпидермиса,

его **физиологическая  
регенерация.**



# *Stratum granulosum* (зернистый)



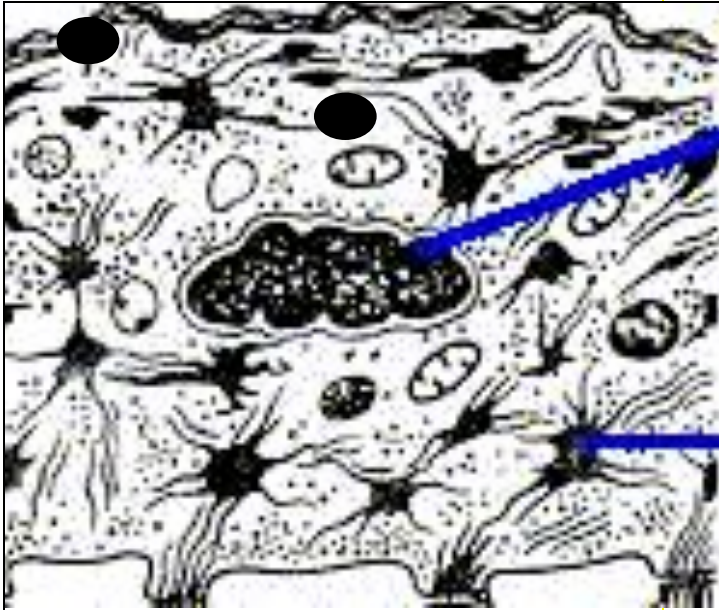
Состоит из одного или нескольких рядов клеток неправильной формы. На ладонях и подошвах зернистый слой толще и имеет 4-5 (до 7) рядов клеток.

В цитоплазме клеток этого слоя синтезируются гранулы кератогиалина – предшественники кератина.

# Зернистый слой

## stratum granulosum

- 1-3 ряда клеток



Размер до 25 мкм, уплощенные клетки, с большим количеством гранул

- ◆ Разрежение хроматина ядра
  - ◆ Ядро уплощается
- ◆ Тонофиламенты – пучки
- ◆ Гранулы кератогиалина
  - ◆ Тельца Орланда
- ◆ Десмосомы сохранены
- ◆ Меланосомы сохранены
- ◆ Органеллы утрачиваются



# *Stratum corneum* (роговой)

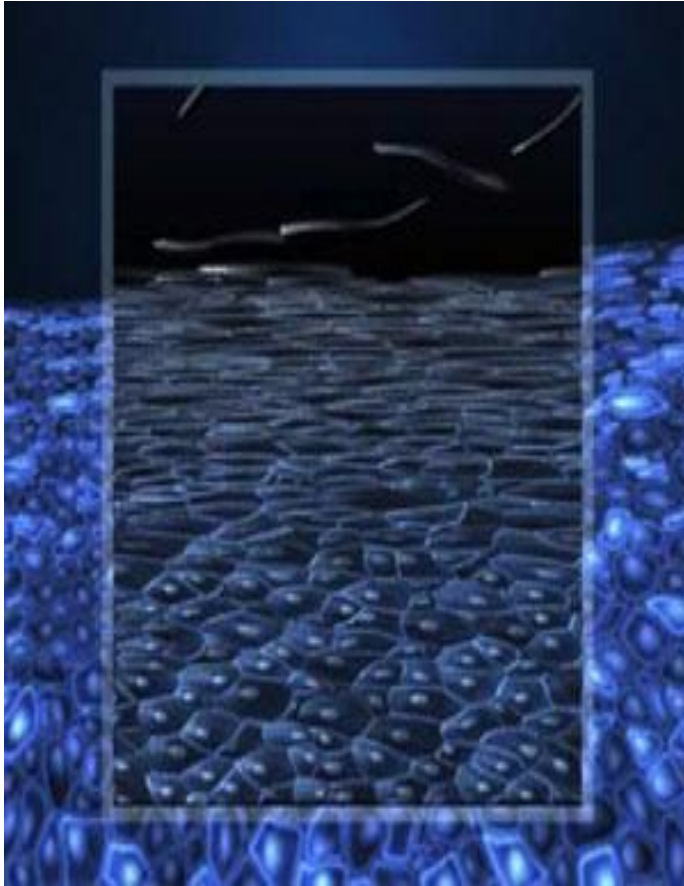


Состоит из тонких безъядерных чешуек, плотно соединенных между собой. Такие клетки называются **корнеоциты**.

Снаружи покрыты липидными молекулами – играют водоотталкивающую роль и сшивают роговые чешуйки.



# Роговой слой



- 5-10 тонкая кожа
- 15-20 толстая кожа

## корнеоцит

Плоская клетка – роговой конверт

- ◆ Ядра нет
- ◆ Кератиновые волокна внутри – мягкий кератин
- ◆ Клеточная мембрана утолщена – роговая оболочка
- ◆ Соединены корнеодесмосомами
- ◆ В межклеточном пространстве липиды рогового слоя
- ◆ Меланосомы только у темнокожих

# Роговой слой



- ◆ Блестящий слой непостоянный – защита от воды и электролитов (хорошо развит на ладонях и подошвах, но его почти нет на красной кайме губ).
- ◆ Компактный:
- ◆ Контроль ТЭПВ
- ◆ Образование NMF из филаггрина
- ◆ Шелушащийся:
- ◆ Разрушение корнеодесмосом
- ◆ Разрушение липидов

## Подслои

- Шелушащийся
- Компактный
- Блестящий (элеидиновый)

## ***ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ!!!***

- Полное обновление эпидермиса на подошве происходит за месяц, а на локте – за 10 дней.
- Человек среднего возраста ежечасно теряет 600 000 частичек кожи, что за год составляет 675 граммов.

## *Функции рогового слоя*

1. Защита от проникновения химических веществ.
2. Защита от УФ.
3. Механическая защита.
4. Удаление загрязнений с помощью шелушения.
5. Гидратация.
6. Контроль трансэпидермальной потери влаги.
7. Термозащита слоя живых клеток эпидермиса.
8. Эстетический вид кожи.

1. Межклеточное вещество, матрикс (ГК)

2. Волоконный скелет

Коллаген

Эластин

Аргирофильные волокна

3. Клеточные элементы

Фибробласты

Тучные клетки

кл. Лангерганса

Лимфоциты, макрофаги



# Межклеточное вещество, матрикс (ГК)

- ◆ 50% ГК организма находится в коже
- ◆ Физиологическая среда для фибробластов
- ◆ Трехмерная структура – каркас матрикса
- ◆ Транспортная функция
- ◆ Основной компонент связывающий воду
- ◆ Эластичность и тургор
- ◆ Внешний вид
- ◆ «Ловушка» свободных радикалов
- ◆ Репарация повреждений

## 2. Волоконный скелет

### Коллаген

97% процентов всех волокон, образуют волоконный скелет дермы, позволяя удерживать ее трехмерную структуру, противостоять механическим деформациям кожи.

### Эластин

Определяют растяжимость кожи. Они в основном представлены под базальной мембраной, вокруг придатков кожи, вокруг сосудов, а также в зонах подверженных частому растяжению.

### Аргирофильные волокна

Встречаются в основном вокруг сосудов и придатков кожи, увеличивается при патологии (туберкулез)

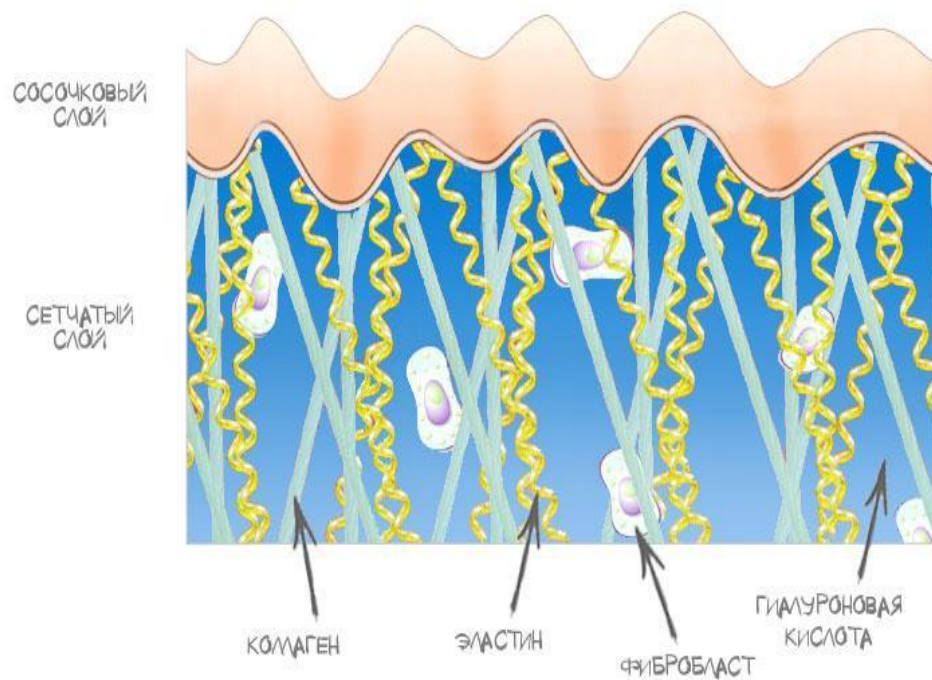
### 3. Клеточные элементы

Фибробласты - основная клеточная форма соединительной ткани, синтезирующая фибриллярные белки (коллаген, эластин и др.), ГК, факторы роста, энзимы.

Тучные клетки - содержащие гранулы серотонина, гистамина и участвующие в воспалительных реакциях.

кл. Лангерганса - которые переносят антигены, образуют простагландины.

Лимфоциты, макрофаги



# *Stratum papillare*

- Располагается непосредственно под эпидермисом.
- Состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани.
- Свое название этот слой получил от многочисленных сосочков, вдающихся в эпидермис. Их величина и количество в коже различных частей тела неодинаковы.





# *Stratum reticulare*

- Содержит более грубые коллагеновые и эластические волокна, которые переплетаются между собой и образуют сеть.



## **1. Межклеточное вещество, матрикс (ГК)**

- ◆ 50% ГК организма находится в коже
- ◆ Физиологическая среда для фибробластов
- ◆ Трехмерная структура – каркас матрикса
- ◆ Транспортная функция
- ◆ Основной компонент связывающий воду
- ◆ Эластичность и тургор
- ◆ Внешний вид
- ◆ «Ловушка» свободных радикалов
- ◆ Репарация повреждений

## 2. Волоконный скелет

### **Коллаген**

97% процентов всех волокон, образуют волоконный скелет дермы, позволяя удерживать ее трехмерную структуру, противостоять механическим деформациям кожи.

### **Эластин**

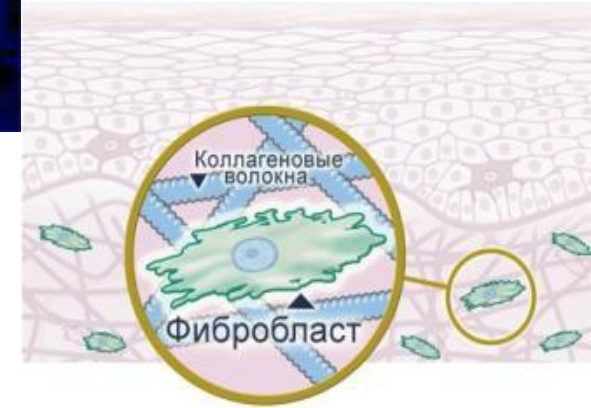
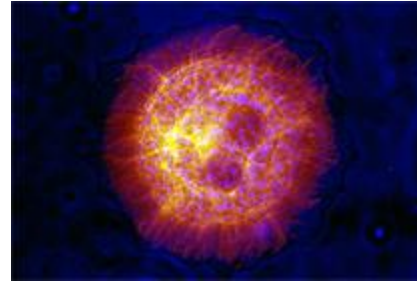
Определяют растяжимость кожи. Они в основном представлены под базальной мембраной, вокруг придатков кожи, вокруг сосудов, а также в зонах подверженных частому растяжению.

### **Аргирофильные волокна**

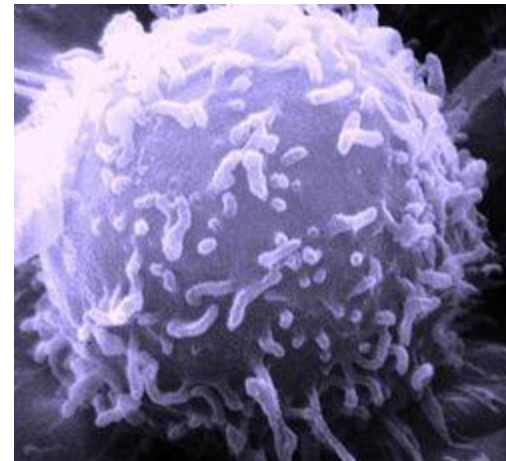
Встречаются в основном вокруг сосудов и придатков кожи, увеличивается при патологии (туберкулез)

# Клеточные элементы

Фибробласты - основная клеточная форма соединительной ткани, синтезирующая фибриллярные белки (коллаген, эластин и др.), ГК, факторы роста, ЭНЗИМЫ.

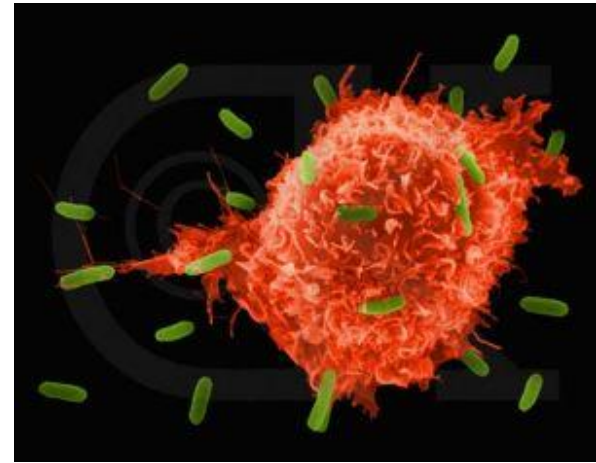


Тучные клетки - содержащие гранулы серотонина, гистамина и участвующие в воспалительных реакциях.



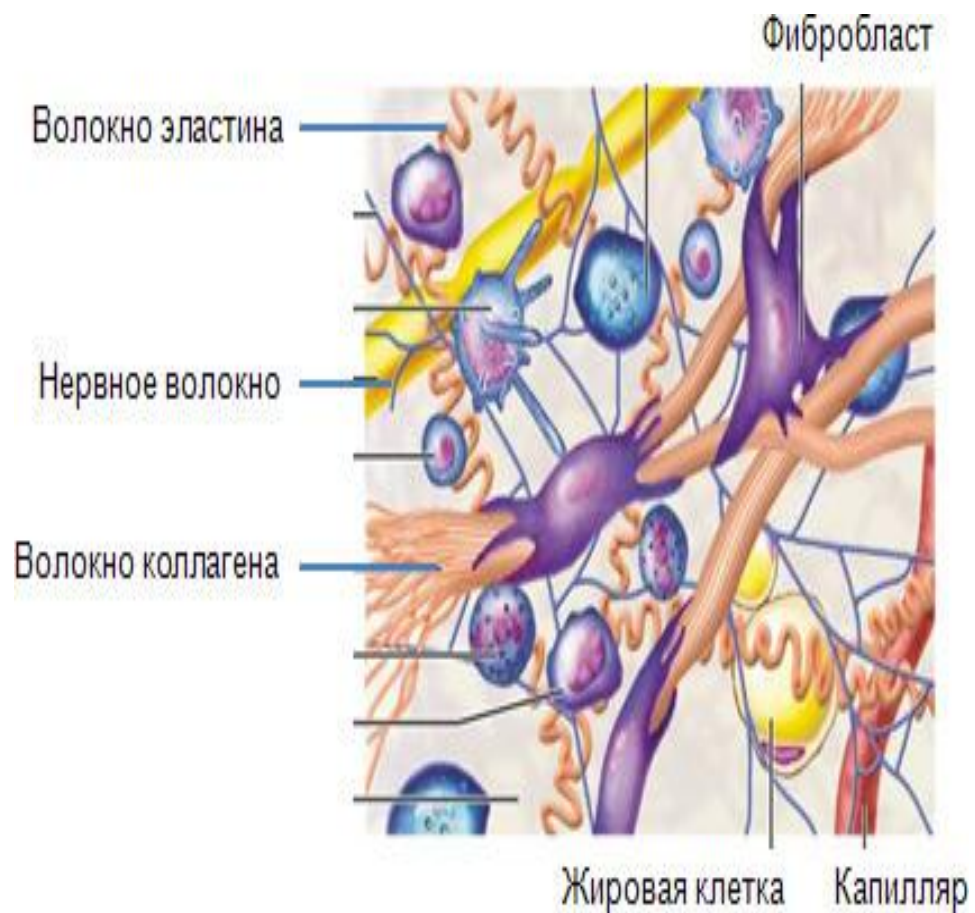
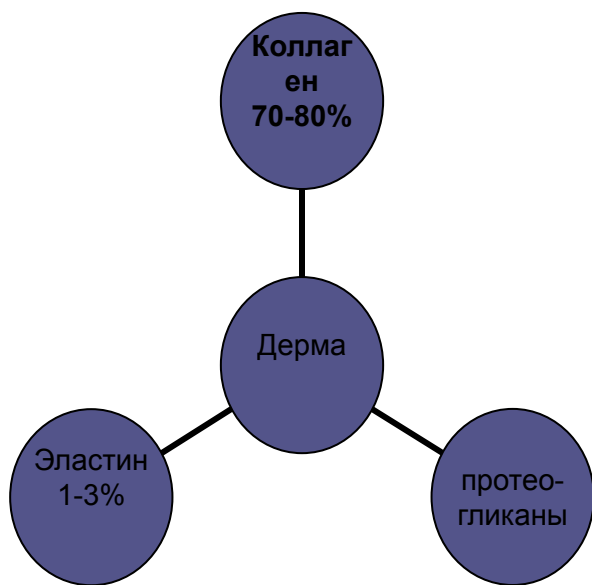
кл. Лангерганса -  
которые переносят  
антигены,  
образуют  
простагландины.

Лимфоциты,  
макрофаги



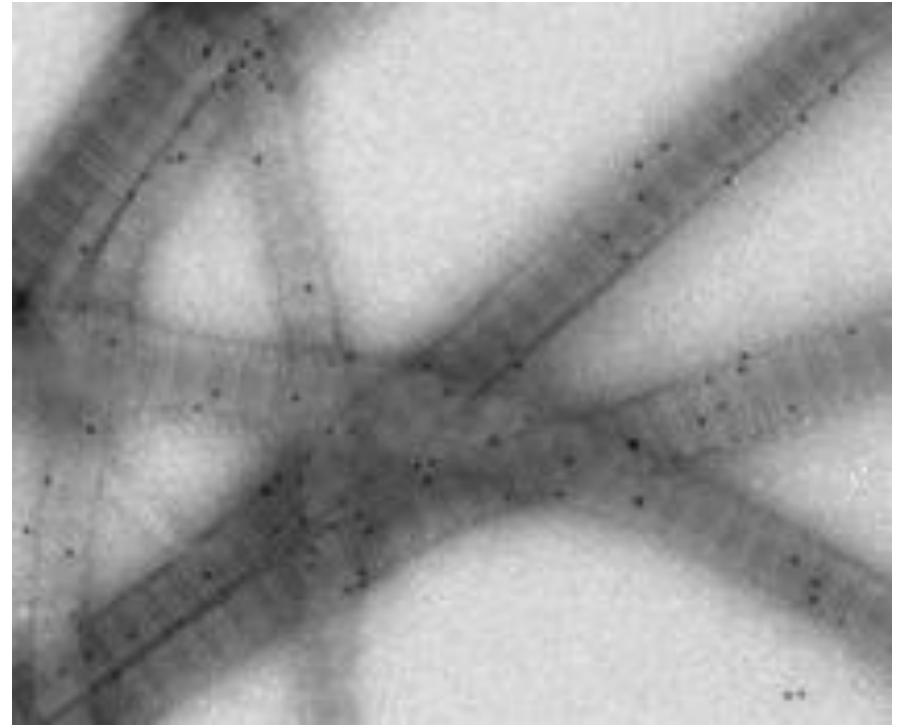
макрофаг





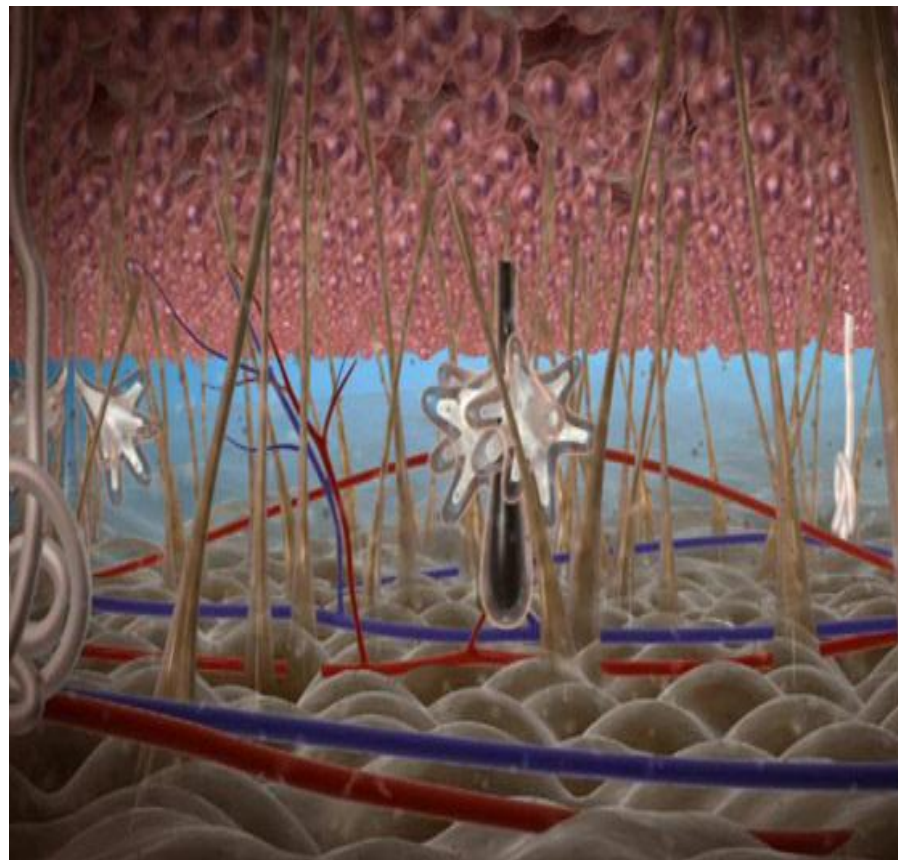
# *Коллагеновые волокна*

Коллагеновые  
волокна проходят в  
гиподерму, окружая  
жировые дольки и  
обеспечивая  
сократительную  
способность кожи.

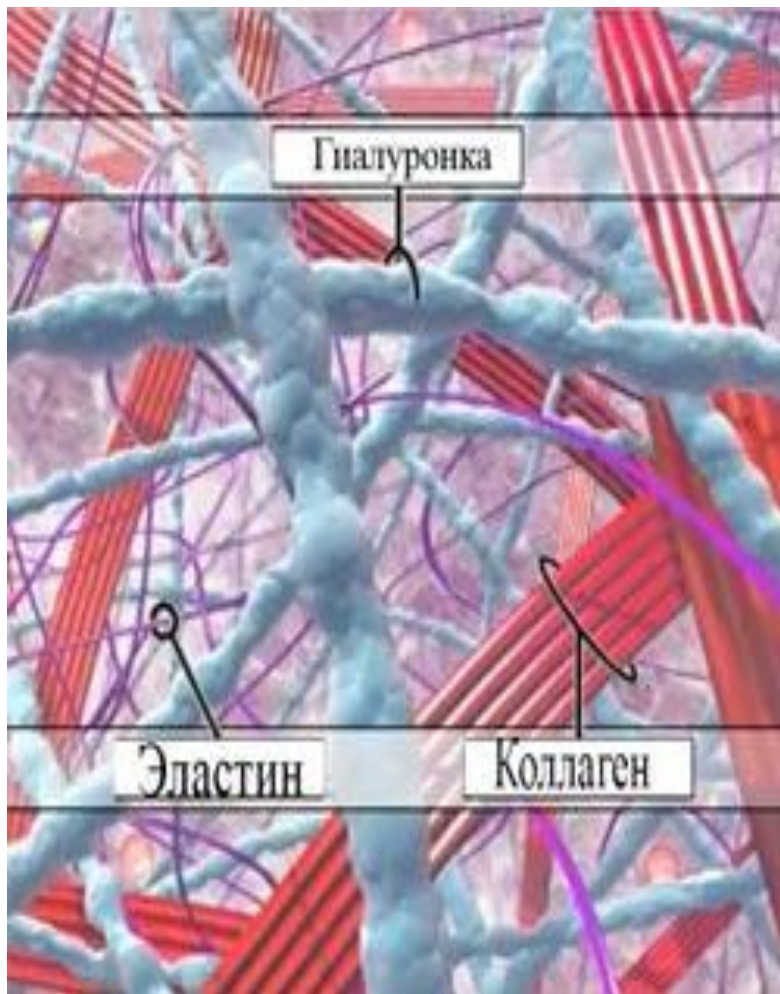


# Эластические волокна

Эластические волокна расположены неравномерно на различных участках кожи. На лице они образуют густую сеть, упорядочиваясь по направлению растяжения – линиям Лангера.



# Аморфное вещество

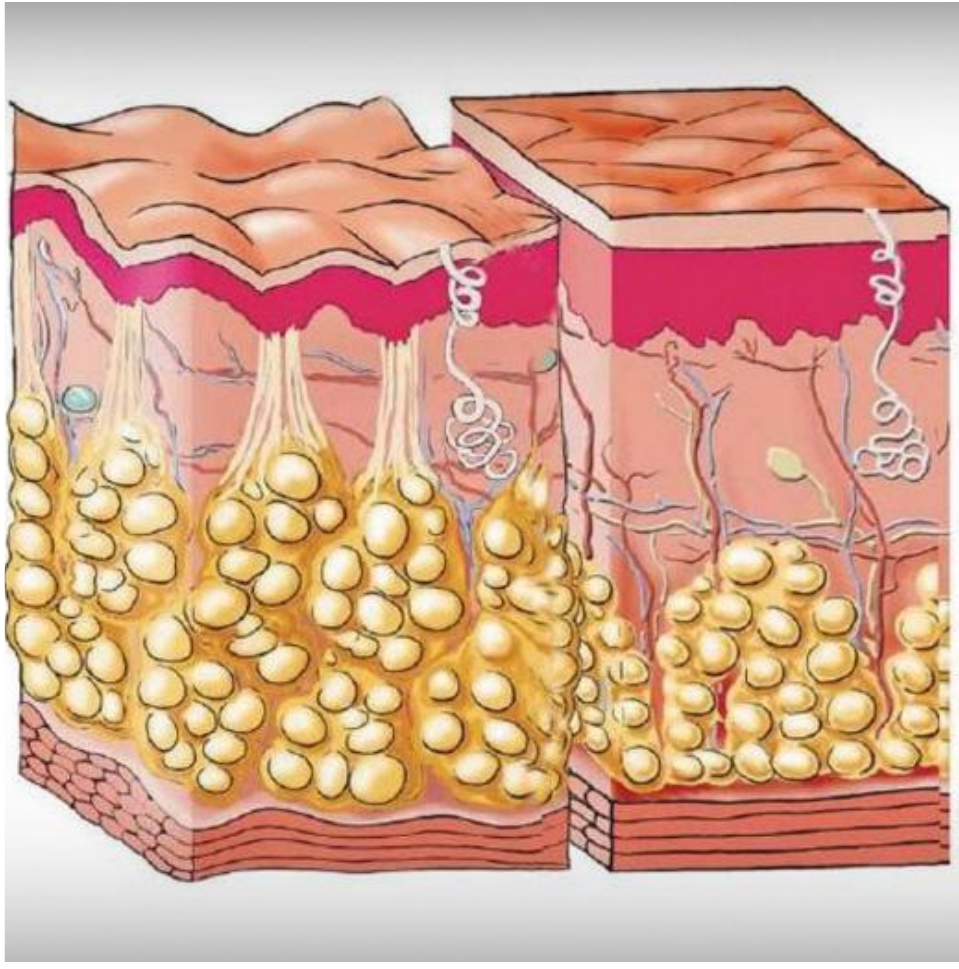


- Представляет собой гель, состоящий из гликозаминогликанов, форменных элементов крови, веществ, выделяемых фибробластами, воды и солей.

# Функции дермы:

- 1) **терморегуляция** посредством изменения величины кровотока в сосудах дермы и потоотделения эккринными потовыми железами;
- 2) **механическая защита** подлежащих структур, обусловленная наличием коллагена и гиалуроновой кислоты;
- 3) обеспечение кожной **чувствительности**, так как иннервация кожи в основном локализована в дерме.



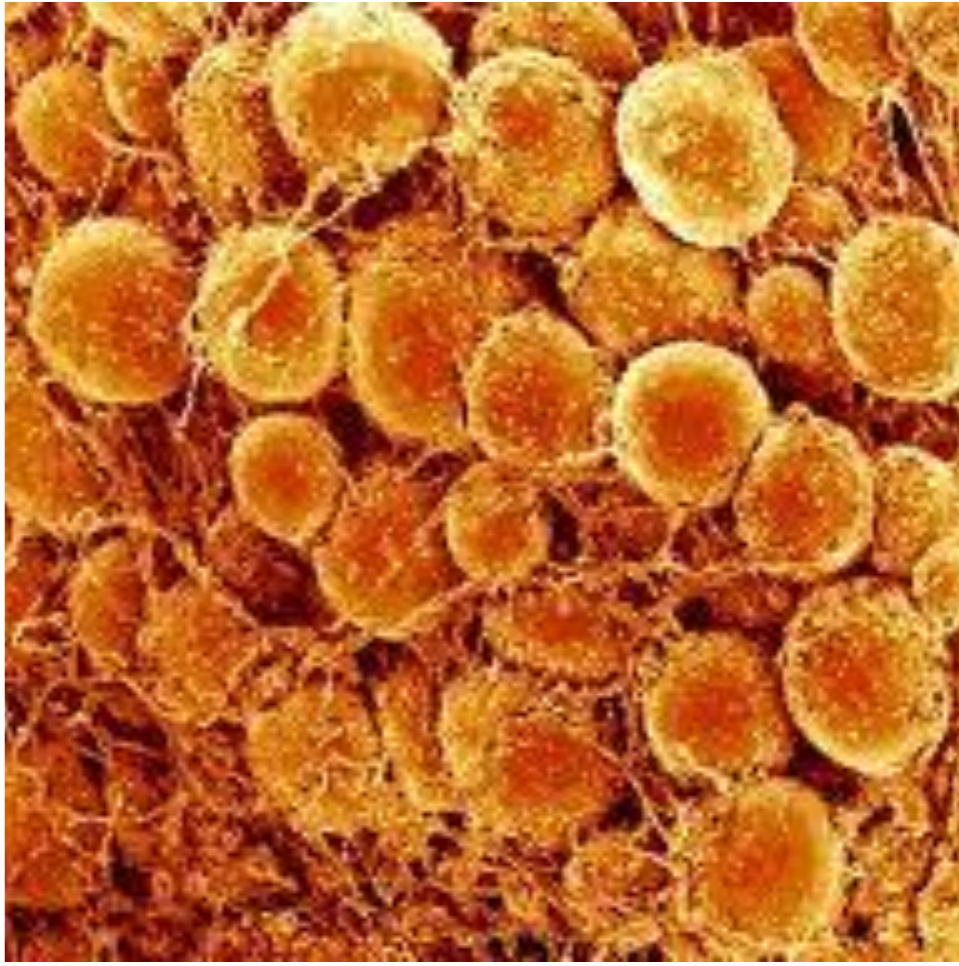


**Подкожно-жировая клетчатка** расположена под дермой.

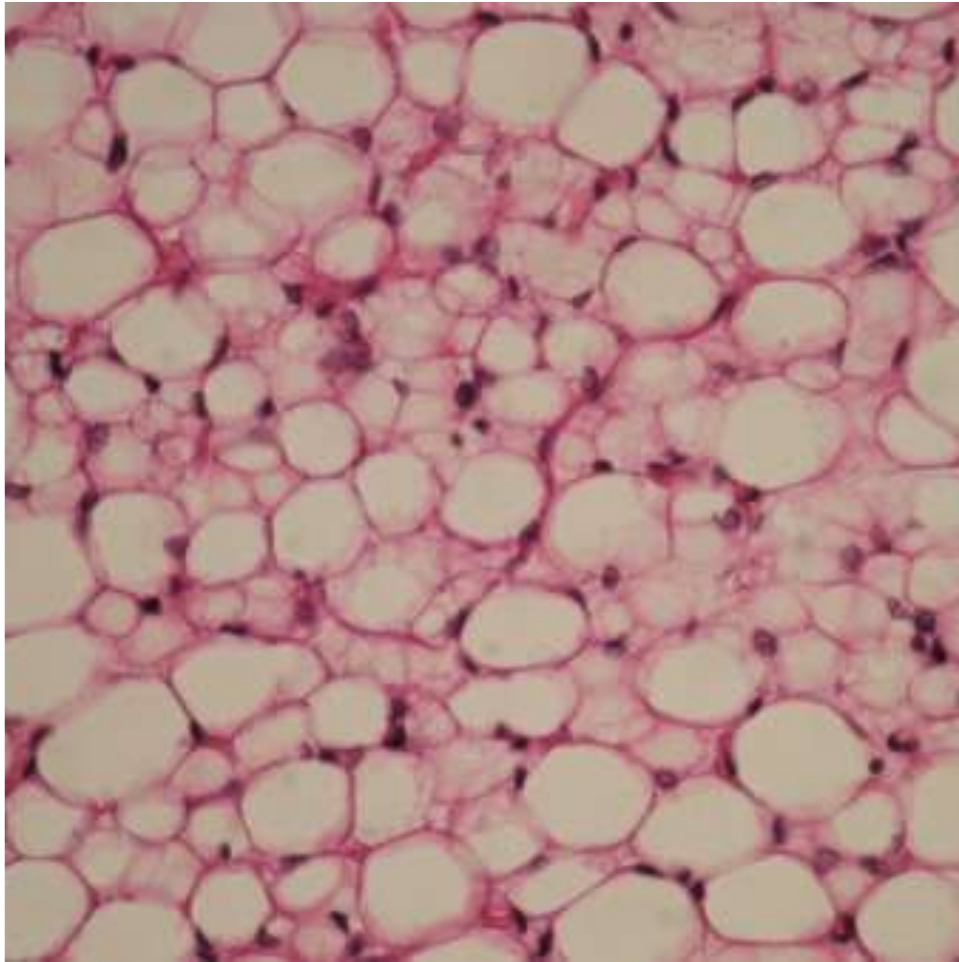
Верхние слои жировой ткани пронизаны коллагеновыми волокнами сетчатого шара кожного покрова. Эта сетка представляет собой обширную сеть, в состав которой входят петли, заполненные частичками жировой ткани. Эти дольки являются округлыми жировыми клетками.

Гиподерма – это не что иное, как подкожная жировая клетчатка, представляющая собой рыхлую сеть ретикулярных, коллагеновых и эластических волокон, между которыми находится жировая ткань.

Толщина гиподермы у человека – от 2 миллиметров (на черепе) до 10 сантиметров и более (на бёдрах и ягодицах). Более толстый слой гиподермы на разгибательных и дорсальных поверхностях конечностей, более тонкий – на сгибательных и вентральных. Местами (под ногтями, на веках, мошонке, крайней плоти и малых половых губах) она практически отсутствует.



Бурая жировая  
ткань



Белая жировая  
ткань

## Функции гиподермы

- **теплорегулирующую** – сохранение тепла тела;
- **опорную, защитную** – амортизацию механических воздействий (ударов);
- **энергетическую** – сохранение жировых запасов - основного источника энергии – так сказать, на «чёрный день». Когда организм получает усиленное питание – жировые запасы пополняются, если недостаточное – расходуются;



# Функции гиподермы

- **депонирующую** – хранение жирорастворимых витаминов А, Е, Д, К;
- **регуляторную** – влияние (опосредованное) на процесс кроветворения;
- **эндокринную** – биосинтез гормонов: эстрогена (у мужчин и пожилых женщин) и рептина, регулирующего чувство насыщения.



**Кожа - зеркало внутренних органов**

Продолжение следует...