

## Лабораторная работа № 4

### Определение площади тела человека

(Продолжительность практической работы – 8 часа)

#### Цель работы

Знакомство с основами анатомии и физиологии кожи человека, ее значением в терморегуляции. Определение площади поверхности различными методами.

#### Теоретическое введение

Кожа человека состоит из двух слоев: **эпидермиса** (многослойного плоского ороговевающего эпителия эктодермального происхождения) и **дермы** или **собственно кожи** (мезенхимного происхождения). Кожа выполняет защитные функции от травм, избыточной влажности, инфекций и потери тепла. Она также является органом чувств.

В зависимости от толщины эпидермиса различают кожу с большим ороговением (**толстая кожа**) и с малым ороговением (**тонкая кожа**).

Внешний слой **эпидермиса** состоит из омертвевших кератинизированных клеток, которые постоянно отслаиваются. Под ним находятся живые клетки эпидермиса (**мальпигиев слой**), выходящие наружу, по мере того, как они постепенно образуют кератин. Под эпидермисом расположена **дерма**, состоящая из сети волокон коллагеновой ткани с переплетающимися кровеносными и лимфатическими сосудами, потовыми и сальными железами, фолликулами волос и нервными окончаниями, реагирующими на боль или давление, тепло или холод, а также вибрацию.

Под дермой находится изменяющийся слой из накапливающих жир клеток.

Цвет кожи зависит от количества в ней меланина. Все человеческие расы имеют одинаковое число пигментных клеток - меланоцитов, но генетические различия управляют их количеством среди клеток эпидермиса. Солнечный свет стимулирует их дальнейшее производство. Альбинизм возникает при отсутствии пигментообразующего фермента.

Кожа имеет **придатки кожи** – **волосы, ногти, железы**.

У взрослого человека **волосной покров** имеется на всем теле, кроме ладоней и подошв, но является сильно редуцированным. Фолликул волоса в дерме представляет собой трубку с центральным ядром из мертвых кератинизированных клеток, которые

выталкиваются наверх по мере того, как возникают новые клетки для формирования волоса. Каждый фолликул имеет маленькую выпрямляющую мышцу, которая может сжиматься, чтобы волос встал вертикально.

Волосистая часть головы содержит до 200 тыс. волос, которые вырастают на 2 мм в неделю. Цвет волос зависит от содержащегося в них меланина; волосы седеют с возрастом из-за уменьшения пигментации и появления мельчайших пузырьков воздуха в их стволе. Волосы закладываются на 3-м месяце развития. Сначала волосы появляются в области бровей, подбородка и верхней губы. К 5-6-му месяцу плод покрывается нежными первичными волосами. Перед рождением или вскоре после него первичные волосы заменяются пушковыми волосами, за исключением области бровей, ресниц и кожи головы. В период полового созревания образуются окончательные волосы, которые затем периодически меняются. Облысение частично возникает вследствие избытка мужского полового гормона - тестостерона, синтезируемого яичками.

Известны случаи сохранения в виде атавизма полного волосяного покрова у людей. Фрэнк Эдвардс в книге «Странные люди» описывает Присциллу Лотер – «девочку-обезьянку», с головы до ног обросшую длинными шелковистыми черными волосами. В медицине появление густого волосяного покрова на теле известно под названием **гирсутизм**.

**Ногти** развиваются на третьем месяце жизни плода из особого слоя клеток, который наполняется твердым кератином, прочным омертвевшим рогоподобным материалом, и вырастает над эпидермисом в конце пальцев.

В коже содержится большое количество многоклеточных желез - **потовые, сальные и млечные**.

**Потовые железы** человека и млекопитающих гомологичны кожным железам амфибий. Потовые железы играют важную роль в процессах выделения и терморегуляции. Испарение пота связано с большой потерей тепла.

Потовые железы могут образовывать местные скопления. Их секрет, как правило, имеет жидкую консистенцию и может быть слизистым или белковым по составу, или содержит жир. У человека около 3 млн. трубчатых **потовых желез** кожи выводят воду, избыток солей и мочевины. В ухе эти железы превратились в серную железу для производства воскоподобного вещества - ушной серы.

Другой тип потовой железы - **апокриновая железа** - находится в области подмышек и лобка. При секреции этих желез отделяется верхушечная часть клеток, содержащих более густую жидкость, которую расщепляют бактерии кожи, в результате чего возникает характерный запах тела.

**Сальные железы**, расположенные рядом с фолликулами волос, выделяют жирный секрет, который смазывает волосы и увлажняет поверхность кожи, защищая кожу от воздействия среды и удерживая пот на эпидермисе. Появление сальных желез является отличительным признаком млекопитающих.

**Млечные железы** гомологичны потовым железам и развиваются как производные эпителиальных тканей. По способу выделения секрета они относятся к мерокриновым железам, которые накапливают и выделяют секрет многократно. У человека только одна пара сосков на груди, однако, в эмбриогенезе их закладывается 5 пар. Иногда рождаются люди с дополнительными сосками, которые остаются во взрослом состоянии.

Молочная железа состоит из 15-20 измененных потовых желез, которые развились в дольки. У мужчин они рудиментарны. Молочная железа, начинает быстро развиваться во время полового созревания женщин при секреции клеток в ответ на гормоны менструального цикла. Во время беременности и после родов железы увеличиваются в размере, молоко собирается в молочных протоках, которые соединяются перед околососковым кружком. Околососковый кружок смазывается влажным секретом сальных желез.

Кожа выполняет важную **функцию в регуляции температуры тела**. **Центр терморегуляции** находится в гипоталамусе и контролирует потерю и образование тепла организмом через кожу. Перегрев вызывает увеличение притока крови к подкожным кровеносным сосудам для рассеивания тепла и усиливает потоотделение через потовые железы для отдачи тепла. Падение температуры приводит к спазму поверхностных кровеносных сосудов, останавливает потоотделение и вынуждает выпрямляющие мышцы сокращаться, из-за чего волоски поднимаются вертикально, улавливая воздух и образуя теплоизолирующий слой. Дополнительно тепло образуется при мышечной дрожи. При стандартной массе кожи около 5 кг в ней в состоянии покоя образуется 1,5 ккал/ч тепла (1,9% от общей теплопродукции организма).

Терморегуляция - совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поддержание оптимальной температуры тела. Она обеспечивается за счет взаимосвязанных процессов: теплопродукции, т.е. образования тепла в организме в результате обменных процессов и теплоотдачи - выделения организмом тепла в окружающую среду. В результате равенства процессов теплопродукции и теплоотдачи в организме поддерживается постоянная температура, т.е. тепловой баланс.

Из тех частей поверхности тела, которые соприкасаются с воздухом, перенос тепла осуществляется путем **конвекции, излучения и испарения**.

Если кожа теплее окружающего воздуха, прилегающий к ней слой воздуха нагревается, поднимается и замещается более холодным и плотным воздухом. В процессе естественной **конвекции** тепло уносится потоком воздуха у поверхности кожи. Движущей силой этого потока служит разница между температурами тела и окружающей среды вблизи него.

При переносе тепла путем **излучения** теплоотдача в виде длинноволнового инфракрасного излучения, испускаемого кожей (в нем не принимает участия проводящая среда), описывается уравнением Стефана – Больцмана.

### Методы определения площади поверхности тела человека

Кожа человека, являясь покровным органом, имеет площадь около  $1,7 \text{ м}^2$  и весит около 3 - 5 килограмм, составляя около 7,8% от общей массы тела. Считается, что площадь поверхности условного мужчины составляет  $1,8 \text{ м}^2$ , а условной женщины -  $1,6 \text{ м}^2$ . Примерная площадь поверхности тела человека представлена в таблице 2.

**Таблица 1. Площадь поверхности тела человека в зависимости от возраста**

Возраст, годы	Площадь поверхности всего тела, $\text{см}^2$	Общая площадь поверхности, %			
		Голова	Туловище	Конечности	
				верхние	нижние
Новорожденный	2115	20,8	31,9	16,8	30,5
1	3925	17,2	34,4	17,8	30,6
2	5275	15,2	33,6	18,5	32,7
3	6250	14,4	33,6	18,8	33,2
4	6950	13,7	33,1	19,4	33,8
5	7510	13,1	33,0	19,6	34,3
6	7925	12,6	33,4	19,6	34,4
7	8275	12,4	33,5	19,3	34,7
8	8690	12,0	33,4	19,6	35,1
9	9100	11,5	33,5	19,2	35,7
10	9610	10,9	33,6	19,4	36,2

Продолжение таблицы 1

Возраст, годы	Площадь поверхности всего тела, см <sup>2</sup>	Общая площадь поверхности, %			
		Голова	Туловище	Конечности	
				верхние	нижние
11	10165	10,4	33,4	19,5	36,6
12	10750	10,0	33,3	19,5	37,2
13	11425	9,6	33,0	19,7	37,6
14	12290	9,2	32,5	20,3	38,0
15	13325	8,8	31,9	21,4	37,9
16	14300	8,4	31,6	21,5	38,5
17	15200	8,2	31,7	21,2	38,8
18	15850	7,9	32,5	20,8	38,8
19	16435	7,7	33,5	20,5	38,3
20	16800	7,6	33,9	20,2	38,2
21	17050	7,5	34,3	19,9	38,3
22	17255	7,5	34,4	19,7	38,3
23	17415	7,5	34,5	19,5	38,5
24	17535	7,5	34,6	19,4	38,5

Площадь кожи отдельных участков тела соответствует их площади поверхности и описывается "правилом девятки":

- головы и шеи — 9%,
- верхние конечности (каждая 9%) — 18%,
- нижние конечности (каждая 18%) — 36%,
- передняя часть туловища — 18%,
- задняя часть — 18%,
- промежность — 1%,
- ладонь и пальцы — 1%.

Для расчета площади поверхности тела используются различные формулы:

$$1. S_1 = 71,84 \cdot W^{0,425} \cdot H^{0,725}, \text{ где}$$

S - поверхность тела, м<sup>2</sup>;

W- масса тела, кг;

H - рост, см.

$$2. S_2 = K \cdot W^{\frac{2}{3}}, \text{ где}$$

S - поверхность тела, м<sup>2</sup>;

W- масса тела, кг;

K- коэффициент для человека (0,11).

$$3. S_3 = K \cdot W, \text{ где}$$

S - площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;

W- масса тела, кг;

K- константа для человека (12,3).

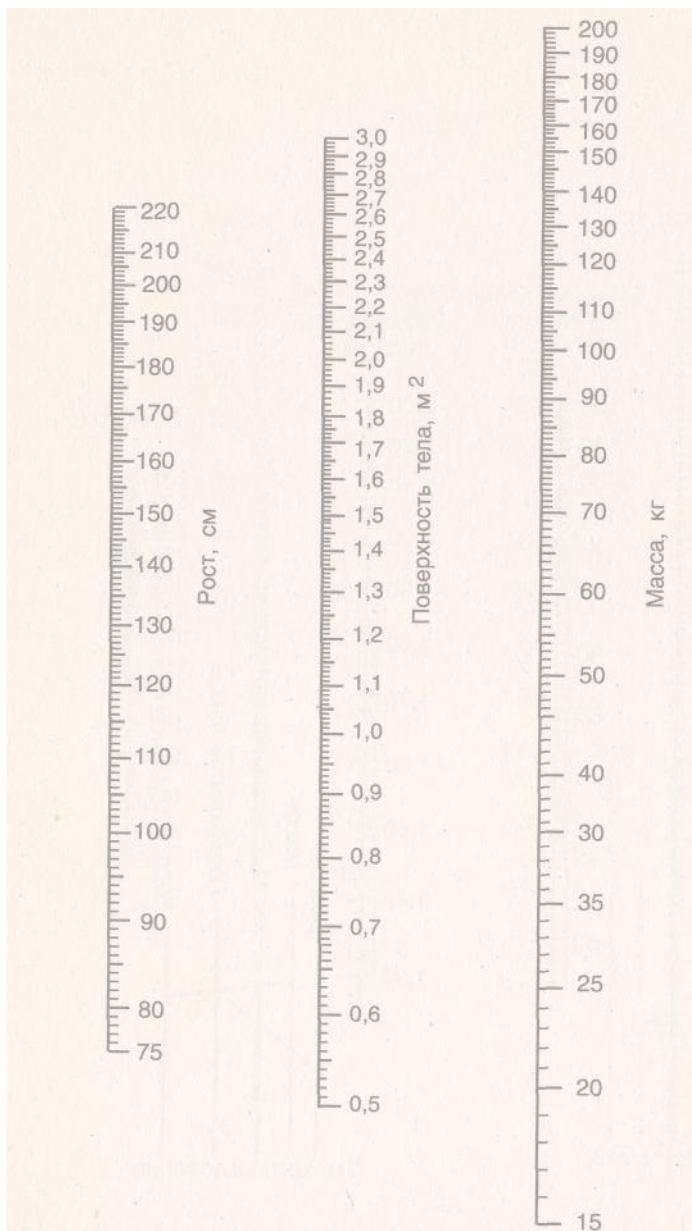
$$4. S_4 = 167,2 \cdot \sqrt[3]{W \cdot H^2} \cdot 10^{-4}, \text{ где}$$

S - площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;

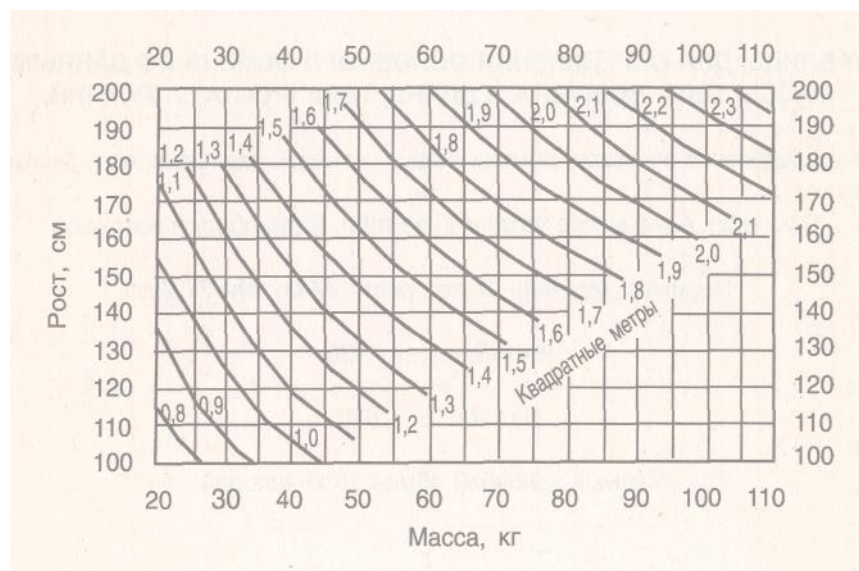
W- масса тела, кг;

H - рост, см.

Поверхность тела может быть определена с помощью номограмм. Чтобы определить поверхность тела по массе и росту, необходимо соединить линейкой соответствующие показатели левой (рост) и правой (масса) шкал. Пересечение линейки со средней шкалой соответствует поверхности тела.



Также можно определить величину поверхности человеческого тела по графику в зависимости от роста и массы.



### Рабочее задание

1. Внимательно прочитать данное методическое руководство.
2. Самостоятельно подсчитать площадь поверхности Вашего тела, используя различные методы.
3. Подсчитать площадь поверхности отдельных частей тела.
4. Составить таблицу величин площади поверхности Вашего тела, полученных разными методами.
5. Составить график, по оси абсцисс которого расположить величины площади поверхности тел студентов Вашей группы, а по оси ординат – количество студентов, имеющих соответствующие размеры. Анализ материала и построение таблицы и графика рекомендуется выполнить на персональном компьютере в программе Microsoft Excel.
6. Оформить отчет по проделанной работе в соответствии с требованиями.
7. Ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце данного методического руководства.

### Требования к оформлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Краткое описание методов расчета.
3. Предоставить таблицу величины поверхности тела и поверхностей его отдельных частей в виде:



Методы	Площадь поверхности всего тела, см <sup>2</sup>	Площадь кожи отдельных участков тела, см <sup>2</sup>				
		Голова и шея	Туловище		Конечности	
			Передняя часть	Задняя часть	Верхние	Нижние
Табл. 1						
S <sub>1</sub>						
S <sub>2</sub>						
S <sub>3</sub>						
S <sub>4</sub>						
Номограмма						
График						

4. Гистограмму величин площади поверхности тела студентов Вашей группы.

5. Анализ полученных результатов и выводы по практической работе.

### Домашнее задание

1. Измерить основные параметры тела людей разного возраста.
2. Рассчитать по полученным данным коэффициенты, рассмотренные в лабораторной работе.

### Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику строения кожи.
2. Перечислите основные функции кожи.
3. Что такое терморегуляция?
4. Перечислите методы и приемы определения поверхности тела человека.
5. Объясните значение кожи в процессе терморегуляции.