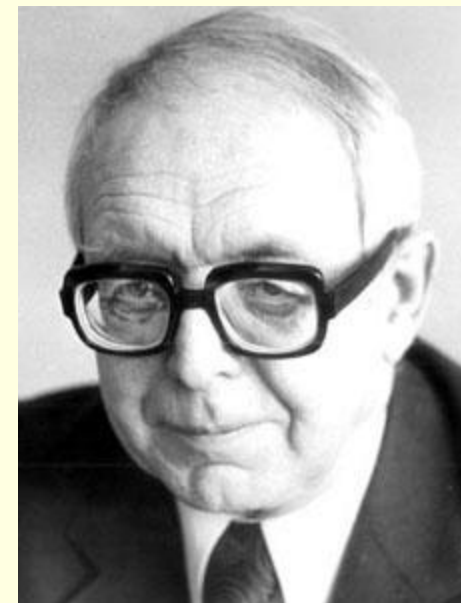


# Роль математики в медицине

---

**Лев Дмитриевич Кудрявцев** (25 марта 1923, Москва  
— 17 февраля 2012, Москва) — математик,  
член-корреспондент АН СССР  
по отделению математики



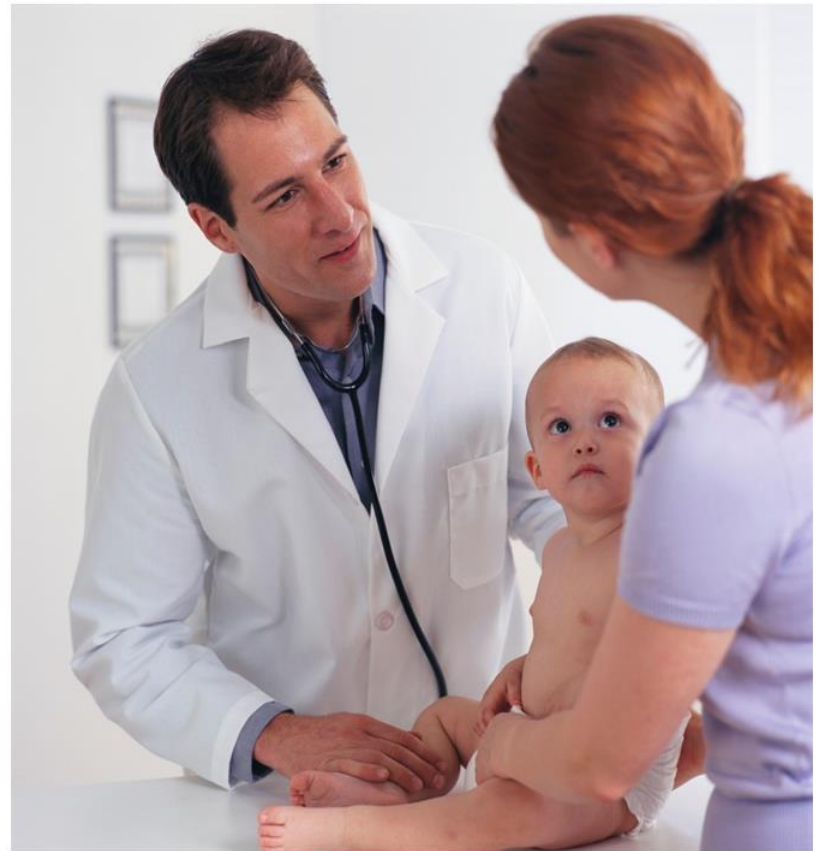
«... нельзя обучить приложениям математики, не научив самой математике.»

Кудрявцев..

Л.Д.

# Применение математики в медицине

- для правильного расчета количества таблеток и капсул
- объема лекарственного средства для различного вида инъекций
- для вычисления дозы лекарственных средств при парентеральном введении и скорости внутривенного введения лекарственных средств



# Справка

---



- **Парентеральное введение** лекарственных средств — это такие пути **введения** лекарственных средств в организм, при которых они минуя желудочно-кишечный тракт, в отличие от перорального способа применения лекарств. Это прежде всего инъекции и ингаляции.

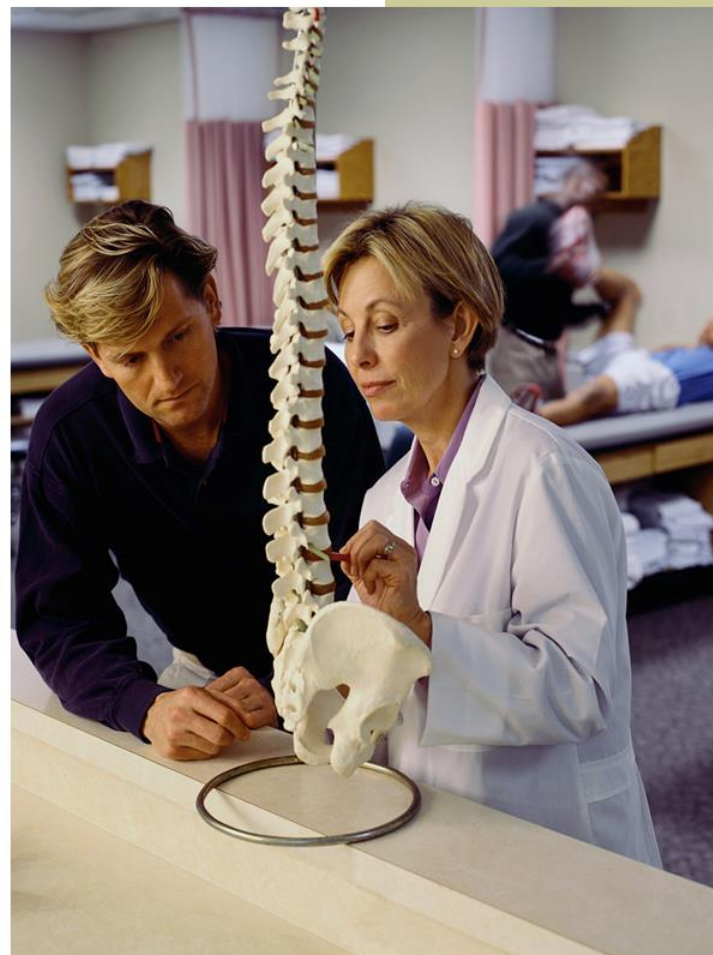
# Проценты в фармации



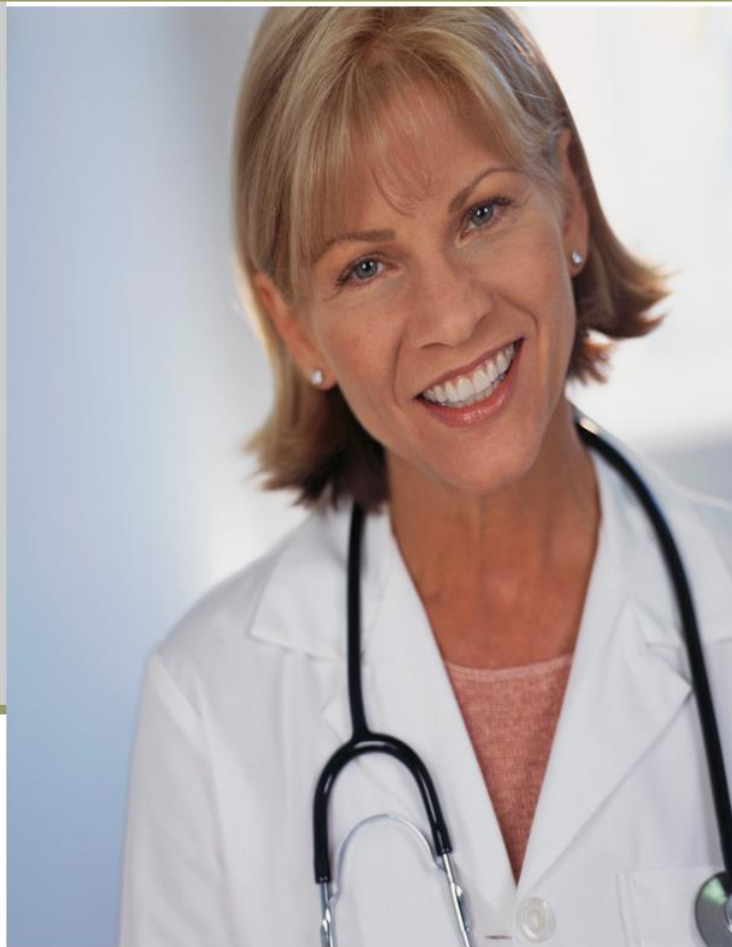
- Одна из основных задач фармакологии – разработка лекарственных препаратов, помогающих в борьбе с тем или иным заболеванием.
- Фармацевты, опытным путем, используя теоретическое знание, составляют растворы лекарственных веществ в таких пропорциях, чтобы оказать помощь организму человека, и в то же время, не нанести вред.

# *Проценты, их использование в анатомии и физиологии*

- Каждый человек имеет индивидуальные параметры, определяющие его физическое развитие: рост, вес, жизненная емкость легких и т. п., причем значения этих параметров могут сильно варьировать для некоторой группы людей, оставаясь при этом в пределах нормы. Указать среднее значение параметра физического развития (значение в норме) позволяет математическое понятие - «процент».



# *Математика в терапии*



В обязанности мед работника при различных обстоятельствах входит:

*измерение температуры тела больного,*

*измерение артериального давления,*

*нормы сердечного биения, сокращения мышц сердца, удары сердца в минуту*

*расчет в зависимости от веса больного правильной дозировки лекарственных средств*

Чтобы вводить лекарственные препараты, необходимо *рассчитать концентрацию раствора* и лекарственное вещество *развести* перед инъекцией.

*Величины , наиболее часто измеряемые в медицине:*

*масса  $m$ , длина  $l$ , скорость процесса  $v$ , время  $t$ , температура  $t$ , объём  $V$  и т.д.*

**Измерить физическую величину –  
это значит сравнить её с однородной величиной, принятой за  
единицу.**

*Единицы измерения физических величин:*

### **О с н о в н ы е**

Длина - **1 м** - (метр)

Время - **1 с** - (секунда)

Масса - **1 кг** - (килограмм)

### **П р о и з в о д н ы е**

Объём - **1 м<sup>3</sup>** - (метр кубический)

Скорость - **1 м/с** - (метр в секунду)

# Приставки к названиям единиц:

**Кратные приставки** - увеличивают в 10, 100, 1000 и т.д. раз

**Г** - гекто (  $\times 100$ )      **К** – кило (  $\times 1000$ )      **М** – мега (  $\times 1000\ 000$ )

1 км ( километр)

1 км = 1000 м =  $10^3$  м

1 кг (килограмм)

1 кг = 1000 г =  $10^3$  г

**Кратные приставки используют при измерении больших расстояний, масс , объемов, скоростей и т. п.**

**Дольные приставки** – уменьшают в 10, 100, 1000 и т.д. раз

**д** – деци (  $\times 0, 1$ )      **с** – санти (  $\times 0, 01$ )      **м** – милли (  $\times 0, 001$ )

1 дм (дециметр) 1дм = 0,1 м

1 см (сантиметр) 1см = 0,01 м

1 мм (миллиметр) 1мм = 0,001 м

**Дольные приставки используют при измерении малых расстояний, скоростей, масс, объёмов и т.п.**



Вес твёрдых веществ измеряется в граммах (г) или меньших, чем грамм:

- 1 дециграмм (дг) = 0,1 грамма
- 1 сантиграмм (сг) = 0,01 грамма
- 1 миллиграмм (мг) = 0,001 грамма
- 1 децимиллиграмм (дмг) = 0,0001 грамма
- 1 сантимиллиграмм (смг) = 0,00001 грамма
- 1 микрограмм (мкг) = 0,000001 грамма

## Объем жидких веществ измеряется в миллилитрах (мл). каплях

---

- 1 мл водного раствора содержит 20 капель
- 1 мл масляного раствора содержит 30 капель
- 1 мл спиртового раствора содержит 60 капель

Некоторые растворы дозируются  
ложками:

- 1 столовая ложка – 15 мл
- 1 десертная ложка – 10 мл
- 1 чайная ложка – 5 мл

Для диагностики, лечения, профилактики заболеваний в медицине используется различная измерительная медицинская аппаратура.



# Термометр.



Во-первых, нужно учесть **верхний и нижний пределы измерений**.

**Нижний предел** – это минимальное, а **верхний** – максимальное измеряемое значение.

Если неизвестно предполагаемое значение измеряемой величины, лучше взять прибор с «запасом».

Например, измерение температуры горячей воды не стоит проводить уличным или комнатным термометром.

Лучше найти прибор с верхним пределом 100 °С.

Во-вторых, нужно понять, **насколько точно** должна быть измерена величина.

Так как **погрешность измерений зависит от цены деления**,

для более точных измерений выбирается прибор с меньшей ценой деления.



## Погрешности измерений.

Для измерения разных диагностических параметров величин нужен свой прибор.

Например, длину измеряют линейкой, а температуру – термометром.

Но линейки, термометры, тонометры и другие приборы бывают разными, поэтому чтобы измерить какую-либо физическую величину, нужно выбрать подходящий именно для этого измерения прибор.



01.12.2019



## Цена деления прибора.



Температуру тела человека нужно определять точно, лекарства вводить строго определенное количество, поэтому

Цена делений шкалы измерительного прибора – важная характеристика каждого прибора.

Правило для вычисления цены деления прибора..

Чтобы подсчитать цену делений шкалы, нужно:

- выбрать на шкале два ближайших оцифрованных штриха;
- сосчитать количество делений между ними;
- разность значений около выбранных штрихов разделить на количество делений.

## Цена деления прибора.

$a_1, a_2$  – пара ближайших числовых значений на шкале

$n$  – количество делений шкалы между этими значениями



$\Delta = 2$  мл



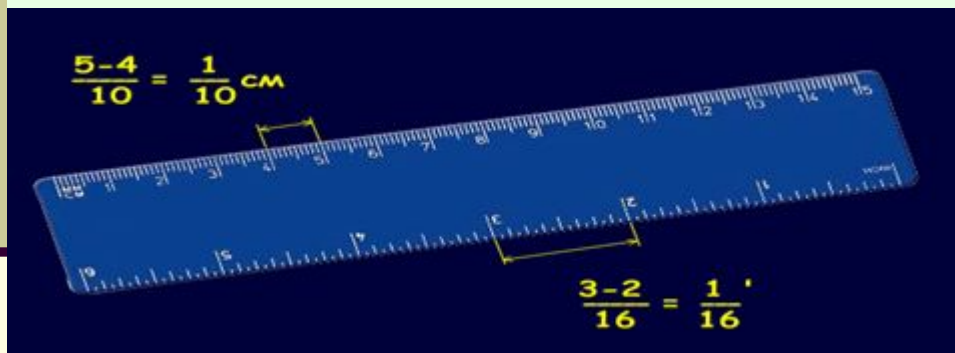
$\Delta = 0,1$  А



$\Delta = 0,2$  В

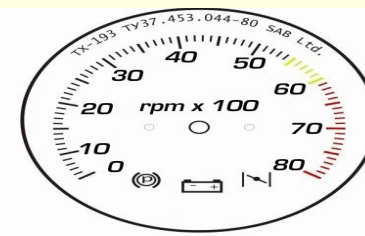


Цена деления  
(50-30)/4=5 (мл)



$$\frac{5-4}{10} = \frac{1}{10} \text{ см}$$

$$\frac{3-2}{16} = \frac{1}{16} \text{ '}$$



Цена деления:

(40-20)/10=2 км/ч, (20-10)/10= 1грм,

(39-19)/10=2 LITR, (8-4)/10=0,4 psi,

(90-50)/10= 4 темп, (4-2)/10=0,2 с

01.12.2019

# Оценка приборных погрешностей измеряемых величин.

**Для большинства измерительных приборов, погрешность прибора равна цене его деления.**

Исключение составляют цифровые приборы и стрелочные измерительные приборы.

- **Для цифровых приборов** погрешность указывается в их паспорте и обычно в 2 - 5 раз превышает цену деления прибора.

- **Для стрелочных измерительных приборов** погрешность определяется их классом точности, который указывается на шкале прибора, и пределом измерений.

- Класс точности указывается на шкале прибора как число, которое не обведено никакими рамками.

- **Например, на приведенном рисунке класс точности манометра равен 1,5.** Класс точности показывает, сколько процентов составляет погрешность прибора от предела его измерений.

- **Для стрелочного манометра предел измерений составляет 3 атм, соответственно погрешность измерения давления равна 1,5% от 3 атм, то есть 0,045 атм.** Следует отметить, что для большинства стрелочных приборов их погрешность оказывается равной цене деления прибора.

**Как и в нашем примере, где цена деления барометра равна 0,05 атм.**





# Антропометрические показатели

---

- Для оценки физического развития детей используют методы ориентировочных расчетов антропометрических показателей.

Так, масса тела является самым чувствительным параметром с наиболее быстрой динамикой при заболеваниях и нарушениях питания ребенка.

По показателям роста врач может судить о развитии организма в целом. При замедлении роста ребенка одновременно в той или иной степени замедляется рост и развитие внутренних органов, включая головной мозг и сердце.

# Длина тела ребенка

- У новорожденных: 50-52 см мальчики; 49-51 см девочки.
- Длина тела ребенка 1 года жизни рассчитывается по ежемесячным прибавкам:
- в первые 3 месяца рост увеличивается на 3 см ежемесячно;
- во II квартале - на 2,5 см ежемесячно;
- в III квартале – на 1,5 см ежемесячно;
- в IV квартале – на 1 см ежемесячно.

Таким образом, за весь первый год ребенок прибавляет около 25 см (это примерно 50% от роста при рождении), и в год его рост достигает 75-76 см.

## Формулы расчёта длины тела ребенка после первого года жизни

---

- В возрасте 4 лет = 100см
- Младше 4 лет =  $100\text{см} - 8\text{см} \cdot (4-n)$
- Старше 4 лет =  $100\text{см} + 6\text{см} \cdot (n-4)$
- В возрасте 8 лет = 130см
- Младше 8 лет =  $130\text{см} - 7\text{см} \cdot (8-n)$
- Старше 8 лет =  $130\text{см} + 5\text{см} \cdot (n-8)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Масса тела

- **Масса тела** (вес) доношенного новорожденного 2500 – 4500 г (в среднем 3200 – 3500 г).
- После рождения масса тела уменьшается на 6-8% (но не более 10%), что связано с выделением мекония и мочи, высыханием остатка пуповины и испарением через кожу и легкие – физиологическая убыль веса. Она максимальна на 3-5 день жизни, а к 6-7 дню (максимум к 10-му) масса тела восстанавливается до первоначальной.
- Из-за физиологической потери веса и трудностей становления лактации масса тела **в первый месяц жизни** увеличивается сравнительно мало – на около **600 грамм**, на **2-3 месяце** прибавка достигает уже около **800г**.
- Считается, что в первом полугодии ребенок в среднем прибавляет 800 грамм в месяц (но не менее 500 г, или 125 г в неделю).

## Формулы расчета массы тела ребёнка после первого года жизни

- В возрасте 5 лет = 19кг
- Младше 5 лет =  $19\text{кг} - 2\text{кг} \cdot (5-n)$
- Старше 5 лет =  $19\text{кг} + 3\text{кг} \cdot (n-5)$
- В возрасте 12 лет = 40кг
- От 12 лет до 15 лет =  $40\text{кг} + 5\text{кг} \cdot (n-12)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Окружность грудной клетки

**Окружность грудной клетки (ОГК)** новорожденного составляет около 34 см, в полгода – 44 см, к году она достигает 48 см.

В возрасте 6 месяцев = 45см

Младше 6 месяцев =  $45\text{см} - 2 \cdot n$

Старше 6 месяцев =  $45\text{см} + 0,5 \cdot n$

где  $n$  – число месяцев ребенку

В возрасте 10 лет = 63см

Младше 10 лет =  $63\text{см} - 1,5\text{см} \cdot (10 - n)$

Старше 10 лет =  $63\text{см} + 3\text{см} \cdot (n - 10)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Окружность головы

- **Окружность головы (ОГ)** равна 35—36 см при рождении, и 46—47 см к году.

В возрасте 6 месяцев = 43см

Младше 6 месяцев =  $43\text{см} - 1,5 \cdot n$

Старше 6 месяцев =  $43\text{см} + 0,5 \cdot n$

где  $n$  – число месяцев ребенку

В возрасте 5 лет = 50см

Младше 5 лет =  $50\text{см} - (5-n)$

Старше 5 лет =  $50\text{см} + 0,6\text{см} \cdot (n-5)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Масса головного мозга

---

У новорожденного масса мозга в среднем составляет  $\frac{1}{8}$  массы тела, то есть около 400 г.

К 9 месяцам первоначальная масса мозга удваивается.

К концу первого года жизни – составляет  $\frac{1}{12}$  массы тела.

К 5 годам – составляет  $\frac{1}{14}$  массы тела.

К 20 годам первоначальная масса увеличивается в 4-5 раз и составляет  $\frac{1}{40}$  массы тела.



# Число молочных зубов

---

- Первые зубы появляются в 6-7 месяцев.
- Число молочных зубов =  $n-4$ , где  $n$  – число месяцев ребенку.

## Масса и объем крови

Масса крови составляет 7% от массы тела.  
Объем крови находится из условия, что 1 л крови весит 1,2 кг.

Ребенок родился массой 3,7 кг, ростом 55 см. провести исследование ориентировочных антропометрических показателей ребенка в возрасте 7 месяцев (рост, вес, ОКГ, ОГ, количество зубов, массу и объем крови).

## Рост

1 месяц –  $55\text{см} + 3\text{см} = 58\text{см}$   
2 месяца –  $58\text{см} + 3\text{см} = 61\text{см}$   
3 месяца –  $61\text{см} + 2,5\text{см} = 63,5\text{см}$   
4 месяца –  $63,5\text{см} + 2,5\text{см} = 66\text{см}$   
5 месяцев –  $66\text{см} + 2,5\text{см} = 68,5\text{см}$   
6 месяцев –  $68,5\text{см} + 1,5\text{см} = 70\text{см}$   
7 месяцев –  $70\text{см} + 1,5\text{см} = 71,5\text{см}$

## ОКГ

7 месяцев –  $45\text{см} + 0,5 \cdot 7 = 48,5\text{см}$

## ОГ

7 месяцев –  $43\text{см} + 0,5 \cdot 7 = 46,5\text{см}$

## Масса

1 месяц –  $3700\text{г} + 600\text{г} = 4300\text{г}$   
2 месяца –  $4300\text{г} + 800\text{г} = 5100\text{г}$   
3 месяца –  $5100\text{г} + 800\text{г} = 5900\text{г}$   
4 месяца –  $5900\text{г} + 750\text{г} = 6650\text{г}$   
5 месяцев –  $6650\text{г} + 700\text{г} = 7350\text{г}$   
6 месяцев –  $7350\text{г} + 650\text{г} = 8000\text{г}$   
7 месяцев –  $8000\text{г} + 600\text{г} = 8600\text{г}$

## Число зубов

7 месяцев –  $7 - 4 = 3$  зуба

## Масса крови

7 месяцев –  $8600\text{г} \cdot 7 / 100 = 602\text{г}$

## Объем крови

7 месяцев –  $602\text{г} \cdot 1\text{л} / 1200\text{г} = 0,5$

# Расчёт питания для детей первого года жизни

---

- Питание рассчитывается на основе данных о массе тела ребенка.

Фактический вес – вес, определенный при взвешивании.

Долженствующий вес – вес, определенный по прибавкам.

Приблизительно долженствующий вес – вес, складывающийся из фактического веса ребенка плюс 20% этого же фактического веса.

# Формулы расчёта питания

---

Определяется дефицит веса (на сколько процентов фактический вес отстает от долженствующего) по формуле  $100\% - (\text{фактический вес} / \text{долженствующий вес}) * 100\%$

- 1) Если дефицит веса больше 20%, то расчёт питания проводится по приблизительно долженствующему весу.
- 2) Если дефицит веса колеблется от 10% до 20%, то для расчета питания берется долженствующий вес.
- 3) Если дефицит веса составляет  $\pm 10\%$ , то расчет питания следует проводить по фактическому весу.

# Расчёт питания объемным способом

---

$V$  – суточный объем молока (мл),

$m$  – масса тела ребенка (г)

от 2 недель до 6 недель:  $V = m/5$

от 6 недель до 4 месяцев:  $V = m/6$

от 4 месяцев до 6 месяцев:  $V = m/7$

от 6 месяцев до 8 месяцев:  $V = m/8$

от 8 месяцев до 12 месяцев:  $V = m/9$

# Разовый объем кормления

---

Для определения разового объема кормления суточный объем молока делят на количество кормлений:

В первый месяц детей кормят до 7 раз в сутки

В 2 – 4 месяца – 6 раз в сутки

В 5 – 12 месяцев – 5 раз в сутки

# Расчёт питания калорийным способом

---

Суточная потребность в ккал на 1 кг массы тела

До 3 месяцев – 120 ккал

4 – 6 месяцев – 115 ккал

7 – 9 месяцев – 110 ккал

10 – 12 месяцев – 100 ккал