



# **Критические состояния: потребности в макро и микронутриентах в условиях органной гипоперфузии. Основы метаболического мониторинга**

**ИН Лейдерман**

**Уральская государственная медицинская академия**

**Екатеринбург,  
Россия**



# Сэр Дэвид Катбертсон Глазго

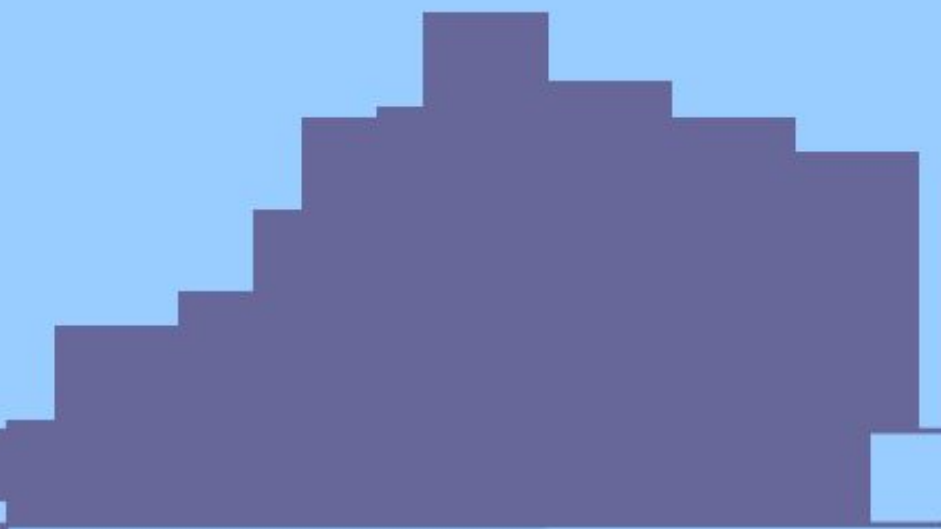


## Фаза Ebb

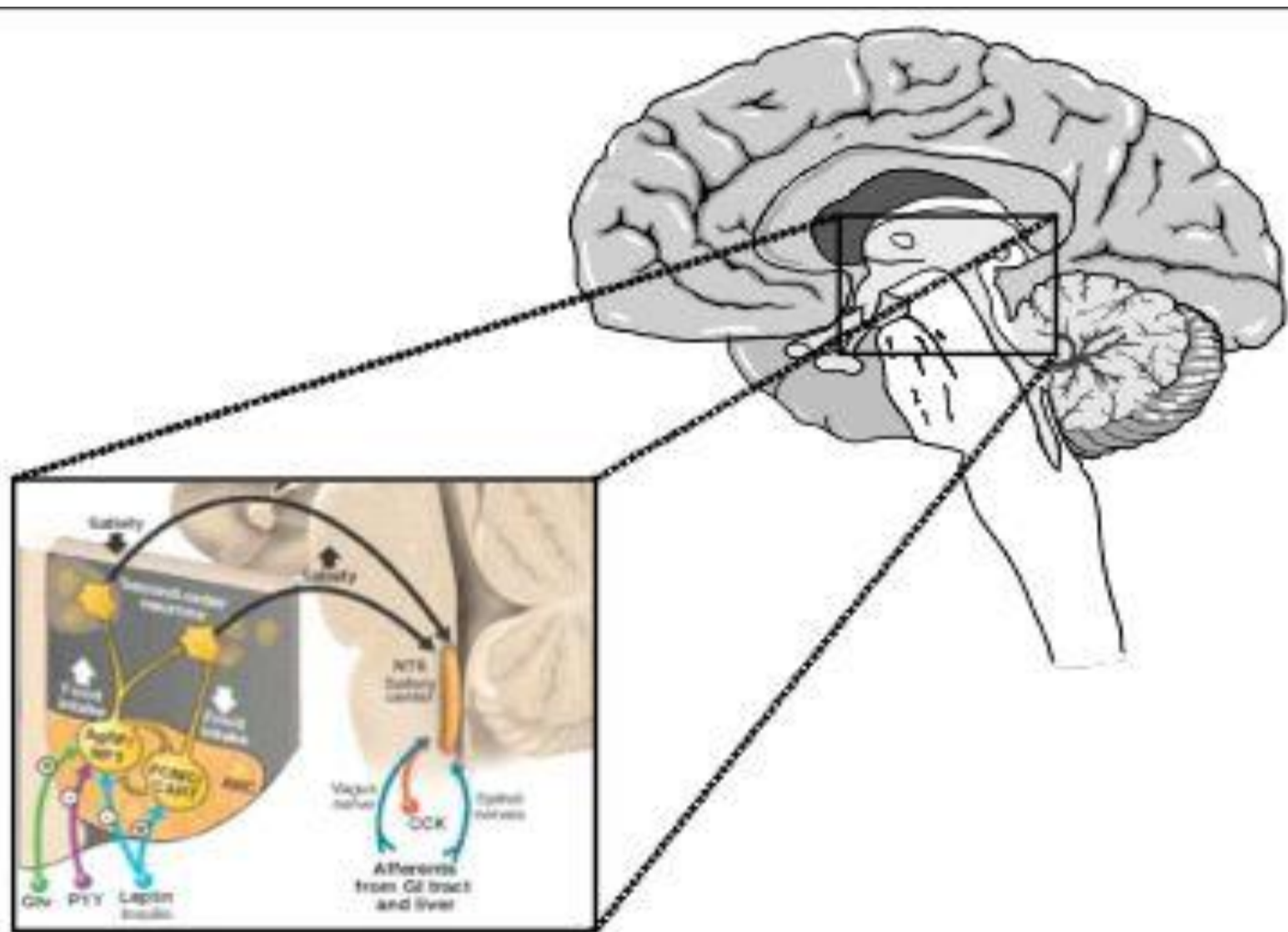


- гипергликемия, либо
- периодическая гипогликемия
- повышенный гликолиз
- замедленное окисление глюкозы
- замедленный глюконеогенез
- замедленное окисление пирувата

## Фаза Flow

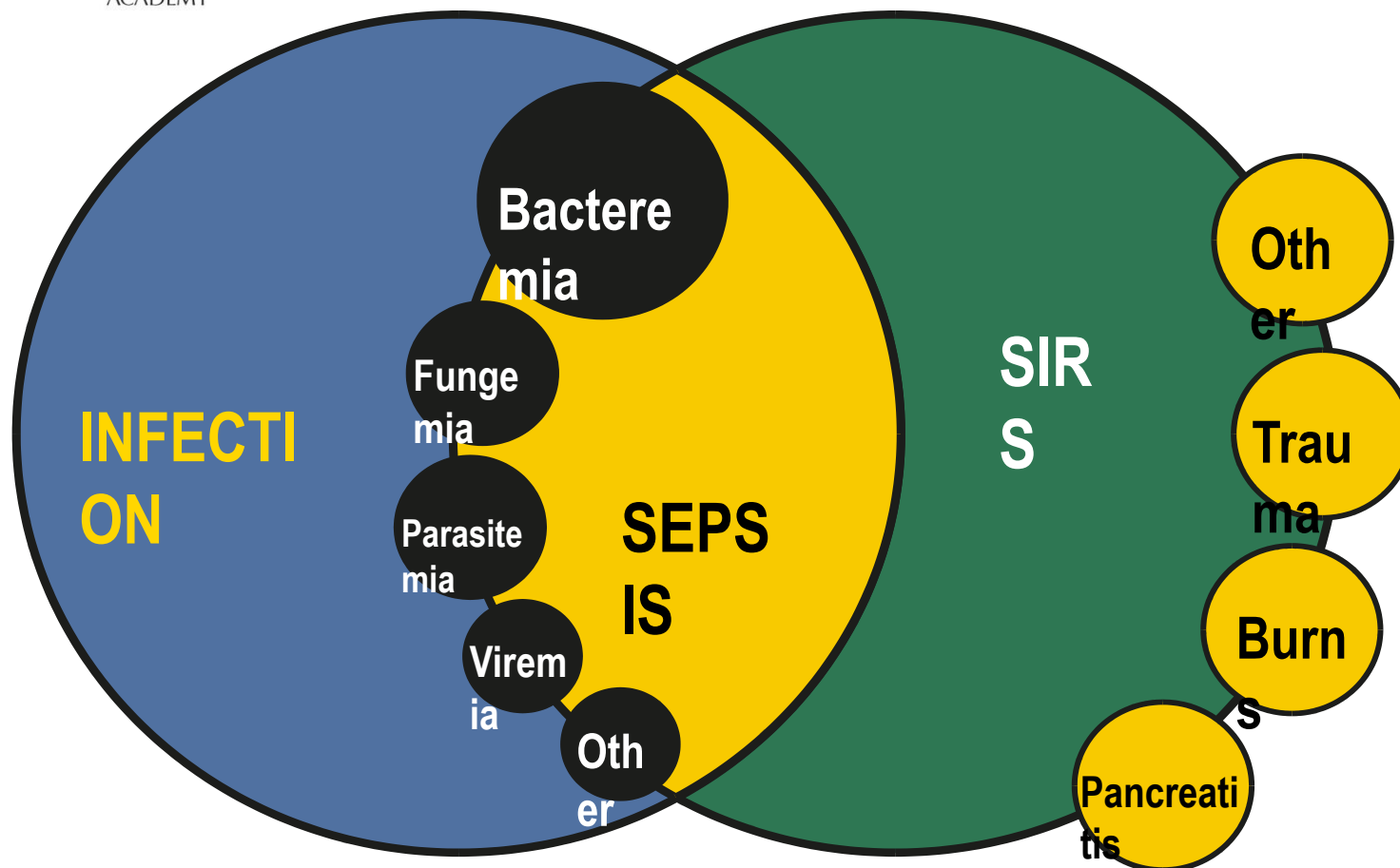


- гипергликемия
- резистентность к инсулину
- повышенный глюконеогенез
- повышенный гликолиз
- повышенное окисление глюкозы





# Системная воспалительная реакция-генерализация воспаления





# Катаболические реакции



*Новые ответы на старые вопросы. Что такое катаболизм?*

Протеины-----Аминокислоты  
(протеолиз)

Липиды-----триглицериды  
(липолиз)

Гликоген-----Глюкоза  
(гликогенолиз)

**Протеины-----Глюкоза**  
**(глюконеогенез)**



# Анаболические реакции



***Новые ответы на старые вопросы.  
Что такое анаболизм?***

Аминокислоты -----Протеины  
(*синтез белков*)

Углеводы----- Гликоген  
(*синтез гликогена*)

Жирные кислоты -----Триглицериды  
(*синтез липидов*)

**Углеводы -----Триглицериды  
(*липонеогенез*)**





# Синдром гиперметаболизма «аутоканнибализма»

- **неспецифическая системная** ответная реакция организма на повреждение различной этиологии, характеризующаяся **дисрегуляторными изменениями** с в системе «анаболизм-катаболизм», резким увеличением потребности в донаторах энергии и пластического материала, росте реальной энергопотребности и параллельным развитием **патологической толерантности** тканей организма к «обычным» нутриентам. Синдром гиперметаболизма – неотложная составляющая критических состояний. Результатом формирования синдрома является развитие **резистентной** к стандартной нутритивной терапии тяжелой белково-энергетической недостаточности. ( ИН Лейдерман, ВА Руднов, ДА Вишницкий, 1999)





## Сравнительная характеристика синдрома гиперметаболизма и простого голодания

| <b>Характеристики</b>                  | <b>Простое голодание</b> | <b>Гиперметаболизм</b> |
|--|--------------------------|------------------------|
| Сердечный выброс                       | —                        | ++                     |
| ОПСС                                   | без изменений            | -----                  |
| Потребление O <sub>2</sub>             | —                        | ++                     |
| Энергопотребность                      | —                        | +++                    |
| Активность медиаторов                  | без изменений            | ++                     |
| <b>Реакция на регуляторные стимулы</b> | ++++                     | +                      |



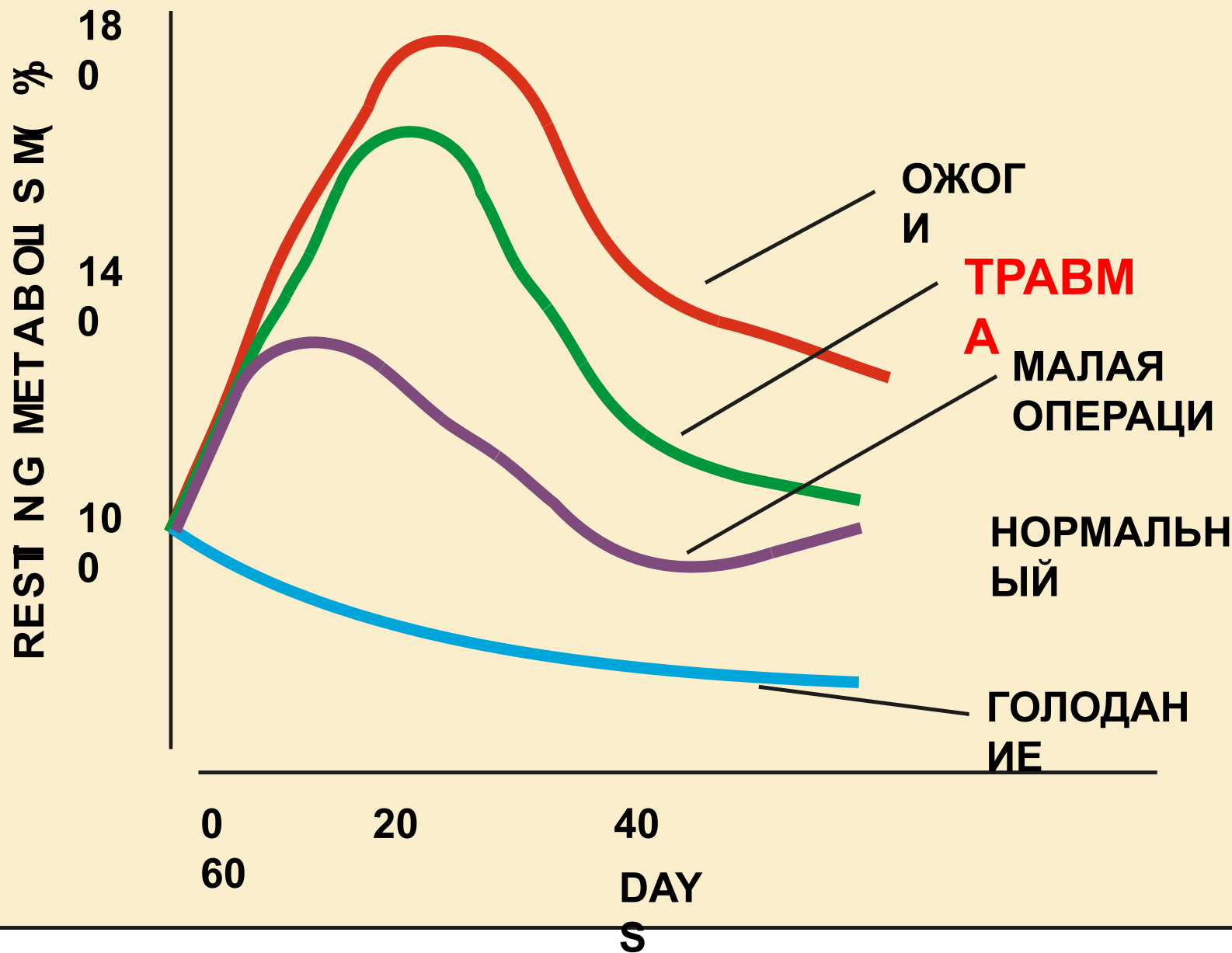
| Респираторный коэф.  | 0,75         | 0,85                                 |
|--|--------------|--------------------------------------|
|  Первичный субстрат | липиды       | липиды+углеводы<br>+<br>протеины     |
| Протеолиз  | +            | +++                                  |
| Окисление протеинов  | +            | +++                                  |
| Синтез острофазовых белков в печени  | +            | +++                                  |
| Уреогенез  | +            | +++                                  |
| Гликогенолиз   | +            | +++                                  |
| Глюконеогенез  | +            | +++                                  |
| Липолиз  | ++           | +++                                  |
| Кетонемия  | ++++         | +                                    |
| <b>Скорость развития<br/>нутривной недостаточности</b>   | +            | ++++                                 |
|  | — - снижение | Горизонты познания<br>+ - увеличение |



## Факторы, влияющие на истинную энергопотребность пациента в критическом состоянии.



| Фактор            | Градация   | Поправочный коэффициент               |
|-------------------|--|---------------------------------------|
| <b>Активность</b> | Постельный режим<br>Амбулаторный<br>Очень низкая активность<br>Низкая активность | + 10 %<br>+ 20 %<br>+ 30 %<br>+ 40 %  |
| <b>Лихорадка</b>  | Нет<br>38 С<br>39 С<br>40 С  | 0<br>+ 10 %<br>+ 20 %<br>+ 30 %       |
| <b>Ожирение</b>   |  | <b>+ 30 %</b>                         |
| <b>Ожоги</b>      | 10 % поверхности тела<br>25 %<br>50 %<br>75 %                                    | + 10 %<br>+ 25 %<br>+ 100 %<br>+ 125% |



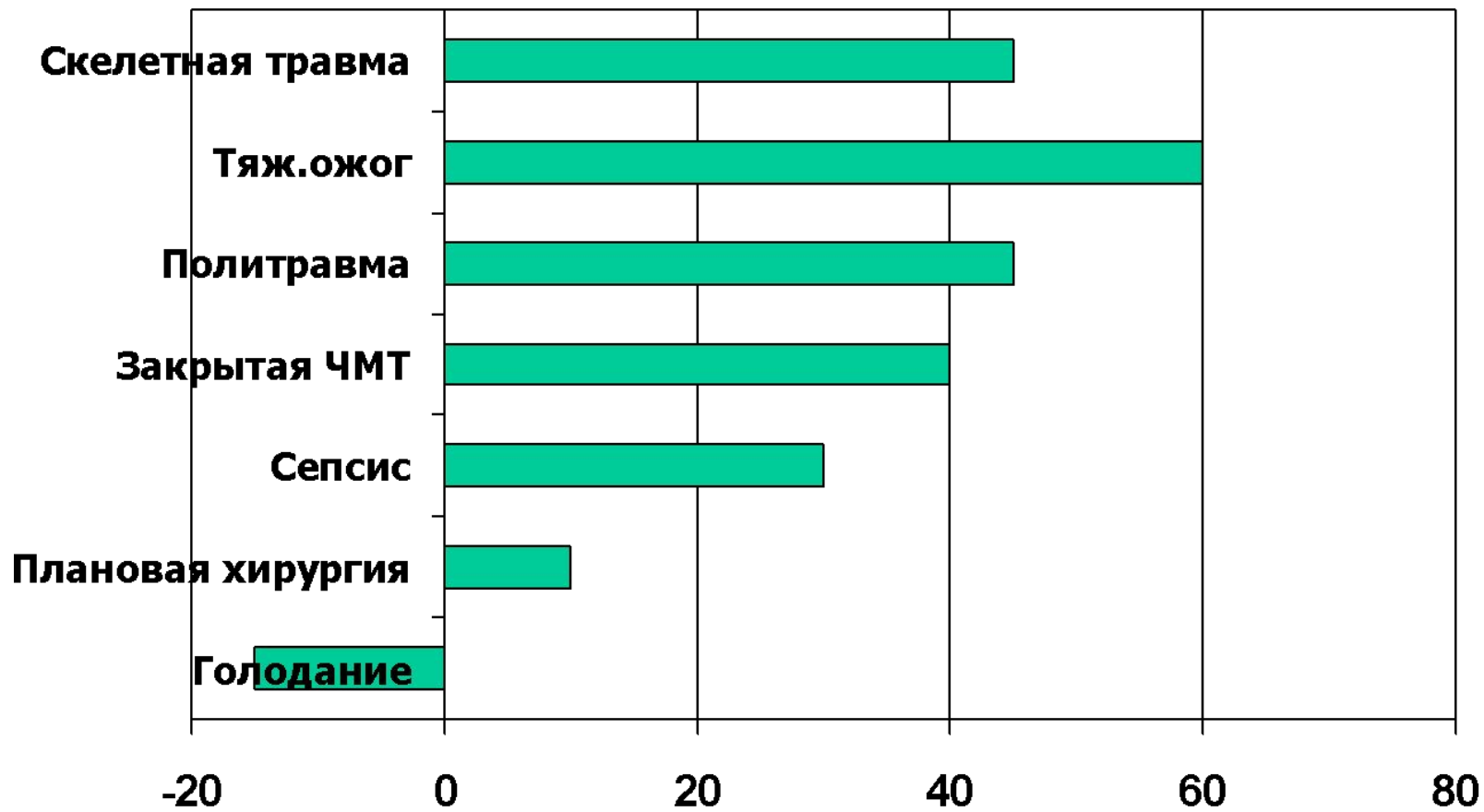


## Потеря 1 г азота - катаболизм 6,25 г белка и 25 г скелетной мышечной массы



| Ситуация   | Потери азота (г/сут)  | Суточная потребность в энергии (ккал/кг)           |
|--|-----------------------|--|
| <b>Норма</b>   | 11                    | 25-30  |
| <b>Малое хирургическое вмешательство</b>                               | 12-14                 | 30-35  |
| <b>Обширная операция:<br/>гастрэктомия<br/>пневмонэктомия</b>          | 14-17<br>14,5<br>23,0 | 30-40  |
| <b>Политравма</b>  | 15-25                 | <b>50-70</b>                                       |
| <b>Черепно-мозговая травма</b>   | 20-30                 | <b>60-80</b>                                       |
| <b>Сепсис</b>  | 20-30                 | <b>60-80</b>                                       |
| <b>Ожоги:</b> менее 50% поверхности тела<br>более 50% поверхности тела | 25-30<br>35-40        | <b>40-60</b><br>Горизонты познания<br><b>60-80</b> |

# Энергопотребность при различных патологических процессах



**% от основного обмена по ХБ**

## Вклад органов и тканей в общий энергообмен

**Орган**   **масса %**   **% total REE**   **Органная**  
**энергетика**  
**Kcal/kg/d**

**Сердце**   **0.4**   **10 %**   **400-600**

**Почки**   **0.4**   **8 %**   **400**

**Мозг**   **1.9**   **20 %**   **240**

**Печень**   **2.3**   **21 %**   **200**

**Мышцы**   **40**   **22 %**   **13**

**Жировая ткань**   **21**   **4%**   **4.5**

**Другие**   **33**   **16**   **12**





## Факторы, влияющие на энергообмен

**Тяжесть травмы** и сопутствующих повреждений ( не выявлено корреляции между параметрами шкалы Глазго и степенью гиперметаболизма)

**Объем выполненного вмешательства** ( травматичность , механические повреждения витально важных органов)

**Мышечная активность**

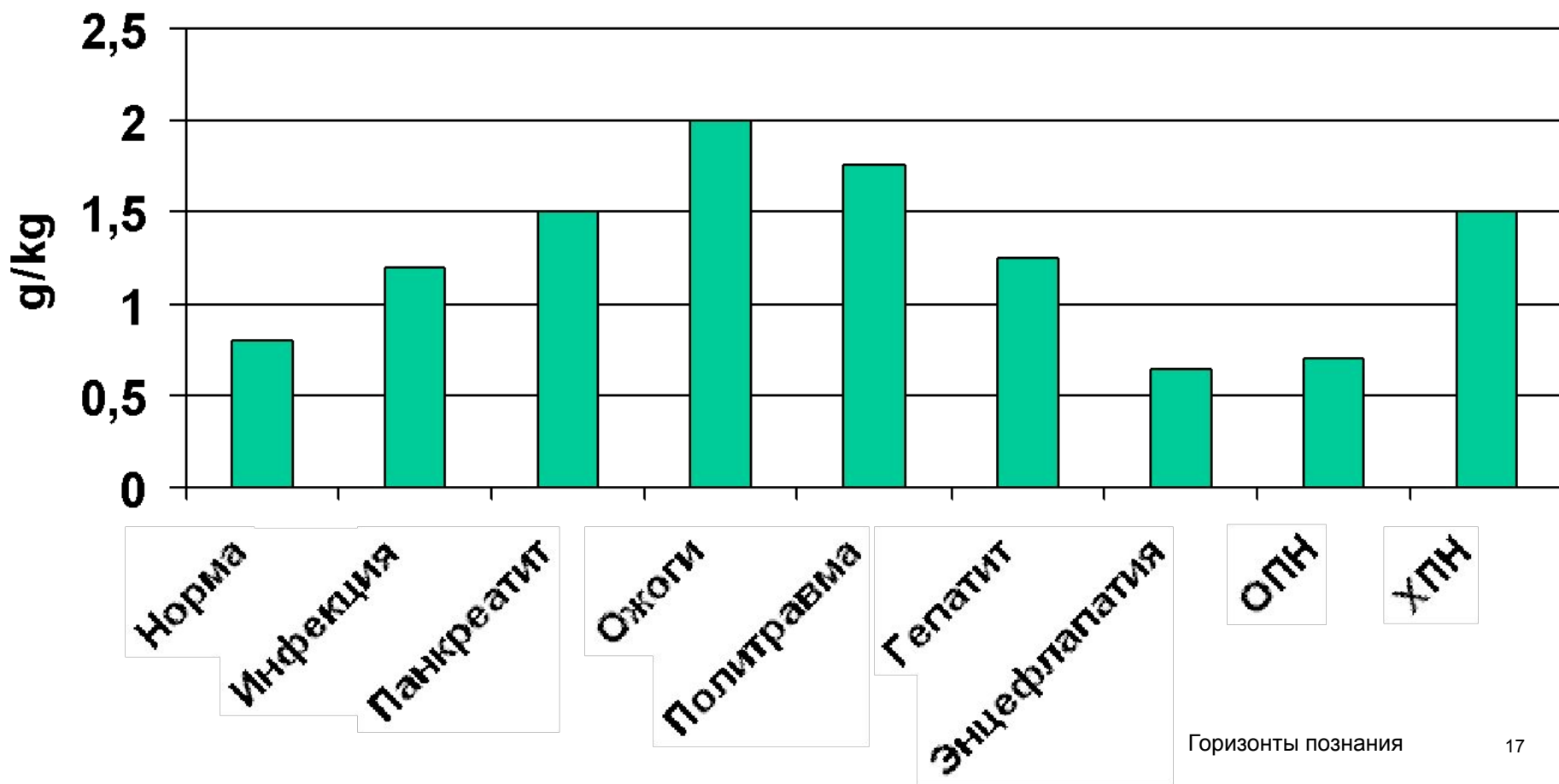
Развившиеся **инфекционные осложнения** ( пневмония, бронхит, эмболия)

**Медикаментозная терапия:** глубокая седация, миоплегия, кортикостероиды

Тип и режим **респираторной поддержки**  
( по Elia, 1999)

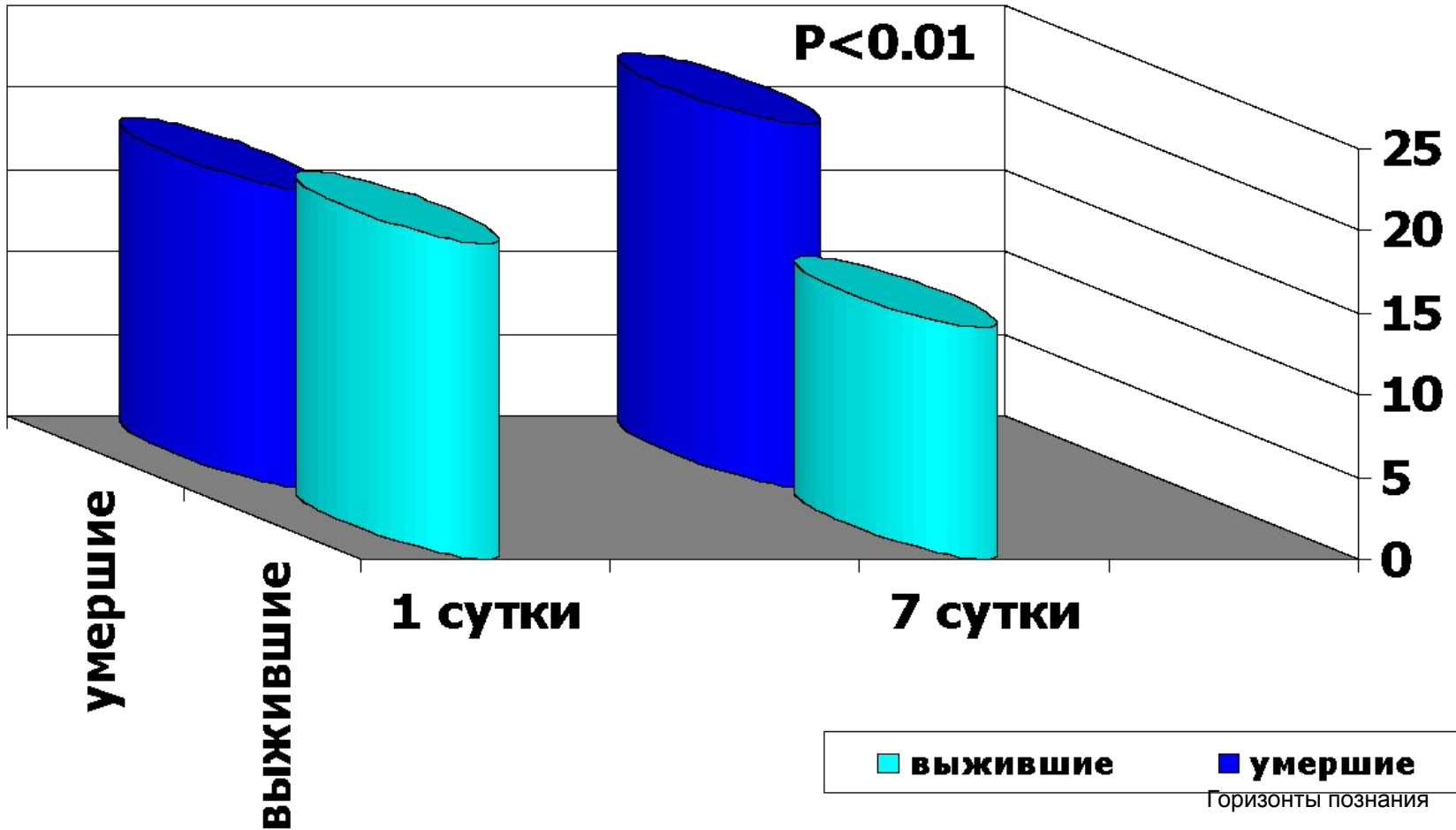


## Потребности в белке





# Среднесуточные потери азота ( степень катаболизма) у больных ОРИТ в группах умерших и ВЫЖИВШИХ





## Основные принципы коррекции синдрома гиперметаболизма-гиперкатаболизма

- Этиотропная терапия ( санация и дренирование очага инфекта)
- Раннее начало нутритивной поддержки (первые 24-48 часов после поступления в ПИТ)
- Адекватность по потребностям в энергии и белке
- Раннее энтеральное питание с оптимальным доступом (12 ПК, тонкая кишка )
- Корригированный состав питательных сред согласно имеющейся органной дисфункции
- Смешанный характер в первые 3-4 суток – парентерально + энтерально
- Использование сред для парентерального и энтерального питания с оптимальной утилизацией на фоне критического состояния
- - МСТ липиды, волокна-Файбер, глутамин, ОМЕГА 3 .



## **МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ ДИСФУНКЦИЯ при критических состояниях**

**Гиперметаболизм+Гиперкатаболизм**

**-:-**

**Белково-энергетическая недостаточность**

**-:-**

**Питательная недостаточность (анорексия)**



## Основными целями нутритивной поддержки являются:

- 1 Обеспечение организма субстратами донаторами энергии (углеводы и липиды) и пластического материала (аминокислоты)**
- 2 Поддержание активной белковой массы**
- 3 Восстановление имеющихся потерь**
- 4 Коррекция гиперметаболических (катаболических) расстройств**



## **Основные принципы проведения нутритивной поддержки**

Своевременное начало ( в первые 24-48 часов)

Оптимальность срока проведения (до нормализации питательного статуса и восстановления органных функций)

Адекватность (сбалансированность) по составу питательных веществ





# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТУСА ПИТАНИЯ ПАЦИЕНТА И КРИТЕРИИ БЕЛКОВО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Для определения степени и выраженности белково-энергетической недостаточности должны применяться следующие методы:

**Клинические параметры** (потеря более 10% в расчете от идеальной массы);

Расчет идеальной массы тела наиболее часто проводят по следующим формулам : **Формула Брока**  $ИМТ(кг) = Рост(см) - 100$

**Формула Лоренца**  $ИМТ = Рост(см) - 100 - (Рост(см) - 150) / 4$

Также целесообразно использовать такой антропометрический показатель как **Индекс массы тела**  $= масса тела(кг) / квадрат роста(м^2)$



# Определение энергопотребности

## Метод 1.

Наиболее точным методом является проведение **непрямой калориметрии**. Суть метода сводится к расчету респираторного коэффициента (RQ), отношения выделенной углекислоты к потребленному организмом кислороду за единицу времени ( $VCO_2 / VO_2$ )- величины, характеризующей процессы окисления энергетических субстратов в организме.

**Окисление белков (г) =  $6,25 * \text{азот мочи}$**

**Окисление углеводов =  $(-2,56 * \text{азот мочи}) - (2,91 * VO_2) + (4,12 * VCO_2)$**

**Окисление жиров(г) =  $(-1,94 * \text{азот мочи}) + (1,69 * VO_2) - (1,69 * VCO_2)$**



## Методика метаболического мониторинга



**Дыхательный коэффициент (RQ)**

**Более 1.0** Преобладает липогенез

**1.0** Утилизация углеводов

**0.74- 0.85** Утилизация углеводов и жиров

**0.7** Утилизация жиров :

**Энергопотребность (ккал.в ед времени) =  
3,941\*VO<sub>2</sub>+1,106\*VCO<sub>2</sub>-2,17\*азот суточной  
МОЧИ**



AESCULAP  
ACADEMY

$$RQ = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

**респираторный коэффициент**

**Более 1.0- преобладает липогенез**

**1.0- утилизация углеводов**

**0.74- 0.85 -утилизация углеводов и жиров**

**0.7- утилизация жиров**



## Метод 2.

ШШироко распространенным и доступным методом является применение о **уравнения Харрис-Бенедикта**, основанного на данных пола, возраста, веса и роста пациента.

**Мужчины:  $ОО = 66,47 + (13,75 * \text{вес}) + (5,0 * \text{рост}) - (6,76 * \text{возраст})$**

**Женщины:  $ОО = 665,1 + (9,56 * \text{вес}) + (1,85 * \text{рост}) - (4,68 * \text{возраст})$**

ППолученную энергопотребность покоя умножают на коэффициент в зависимости от клинической ситуации:

*пПлановая хирургия-1,2*

*Политравма- 1,3-1,4*

*Перитонит- 1,5-1,7*

*сСепсис-1,6-1,8*

*оОжоги-1,8-2,0*



## Новая компьютерная программа

$ИРЭ=ОО * ФА * ФП * ТФ$  , где ИРЭ- истинный расход энергии

### ФФП- фактор повреждения (новые данные)

Пациент без осложнений -1.0

Заболевания печени-1.05

После оперативного вмешательства (без осложнений) 1.1

Воспалительное заболевание толстого кишечника 1.1

Переломы -1.2

Онкологическое заболевание-1.2

Трансплантация органа

Лейкемия\лимфома-1.25



## Факторы повреждения



После оперативного вмешательства (с осложнениями)-1.3

Панкреатит (отечная форма)-1.3

Инфекционное (несептическое) заболевание-1.35

Сепсис - 1.35

Разлитой перитонит, некротизирующий панкреатит -1.4

Политравма, реабилитация - 1.5

Политравма +сепсис-1.6

Ожоги 30-50- 1.7

Ожоги 50-70%- 1.8

Ожоги 70-90 -2.0





## Расчетные уравнения



| Название уравнения  | Принцип расчета  |
|---|--|
| <p><b>Уравнение Харриса-Бенедикта</b></p>                 | <p><i>мужчины:</i> <math>EREE = 66,47 + (13,75 * \text{вес}) + (5,0 * \text{рост}) - (6,76 * \text{возраст})</math> ;<br/> <i>женщины:</i> <math>OO = 655,1 + (9,56 * \text{вес}) + (1,85 * \text{рост}) - (4,68 * \text{возраст})</math> ;<br/>                     Полученную энергопотребность покоя (EREE) умножают на коэффициент в зависимости от клинической ситуации (травма, сепсис, ожоги и т.д).</p>  |
| <p><b>Уравнение Ли</b></p>                                | <p><math>EREE = 13,88 * \text{вес(кг)} + 4,16 * \text{рост(см)} - 3,43 * \text{возраст} - 112,4 * \text{пол} + 54,34</math> ;<br/>                     Для мужчин - 0, для женщин - 1</p>  |
| <p><b>Уравнение Айртона-Джонса для больных на ИВЛ</b></p> | <p><math>EREE = 1925 - 10 * \text{возраст(годы)} + 5 * \text{вес(кг)} + 281 * \text{пол} + 292 * \text{травматический фактор} + 851 * \text{ожоговый фактор}</math> ;</p> <p>Пол- 0 для женщин и 1 для мужчин.<br/>                     При наличии травмы травматический коэффициент равен 1, при отсутствии – 0.<br/>                     При наличии ожога ожоговый коэффициент равен 1, при отсутствии – 0.</p> <p style="text-align: right;">Горизонты познания</p> |



# Противоречие

Часть авторов подчеркивают существенные отклонения (от 70 % до 140%) в данных расчетных уравнений и показателях непрямой калориметрии

[McClave SA, McClain CJ, Snider HL.](#) Should indirect calorimetry be used as part of nutritional assessment? *J Clin Gastroenterol.* 2001 Jul;33(1):14-9.

Cotres V., Nelson LD. Errors in estimating energy expenditure in critically surgical patients. *Arch Surg* 1989; 124: 287-290.



## Шаг 2-определение метаболических потребностей



### **1 этап- стартовая терапия:**

*Потребность в энергии- 30 ккал\кг или 2200-2500 ккал\сутки;*

*Потребность в белке- 1,5 г\кг\сутки или 80-100 г\сутки;*

### **2 этап- метаболический мониторинг**

Экскреция азота, азотистый баланс,

Потребление кислорода и экскреция углекислоты,

Оценка степени гиперкатаболизма- гиперметаболизма,

Расчет истинной энергопотребности и потребности в донаторах белка



# Динамический метаболический мониторинг

## БЛОК 1.

Потребления кислорода ( $VO_2$ ) = .....л\минуту

Экскреция углекислоты ( $VCO_2$ ) = .....л\минуту

$RQ = VCO_2 \backslash VO_2$

## БЛОК 2.

REE 1 (непрямая калориметрия) = ккал\сутки

REE 2 (по Харрис-Бенедикту) = ккал\сутки

REE 3 (метод Фика) = ккал\сутки

## БЛОК 3.

Азотистый баланс = г\сутки

Окисление белков = .....г\сутки

Окисление глюкозы = .....г\сутки

Окисление липидов = .....г\сутки

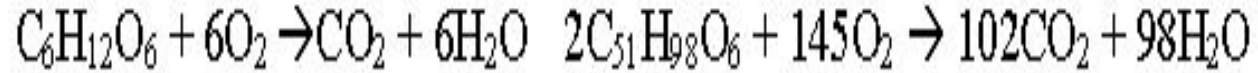
## **New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism**

J. B. de V. Weir

*J. Physiol.* 1949;109;1-9

**total kg.cal. =  $3\cdot9 \times \text{l. O}_2$  used +  $1\cdot1 \text{ l. CO}_2$  produced.**

# Суммарный энергетический градиент-метаболизм углеводов и липидов



Выделяется ккал  
на 1 л потребленного  $\text{O}_2$

5,1

4,51

Суммарный калорический коэффициент  $\text{O}_2 = 4.86$  ккал/л



# ОПАСНОСТИ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ

## ГИПЕРАЛИМЕНТАЦИЯ

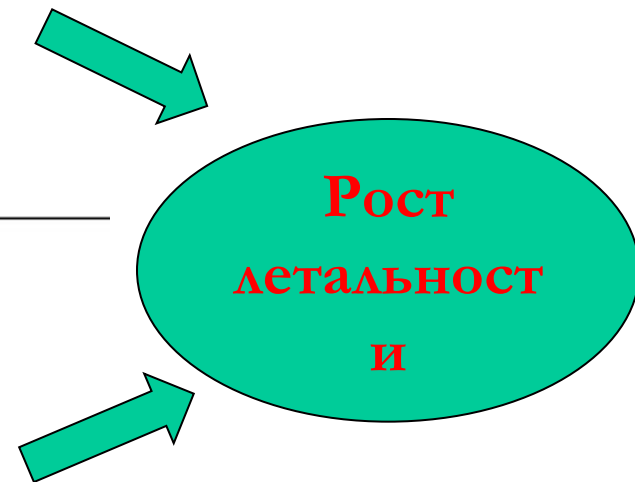
гипергликемия  
рост продукции CO<sub>2</sub>  
увеличение вентиляционных  
потребностей  
усугубление ДН  
жировой гепатоз

усугубление РДС,  
проблемы с  
прекращением  
респираторной  
поддержки

---

## ГИПОАЛИМЕНТАЦИЯ

ухудшение заживления ран  
увеличение риска инфекций  
слабость и дисфункция дыхательных мышц, диафрагмы,  
скелетных мышц



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ

ИЗМЕРЕНИЕ



ВЫЧИСЛЕНИЕ

Непрямая  
калориметрия

Прогностические  
уравнения

Обратный метод  
Fick

номограммы

25  
ккал/кг/сут





## Эффективность метаболического мониторинга при о.церебральной недостаточности (ОНМК и ТЧМТ)

### Группы сравнения:

1- **Эмпирическая** нутритивная поддержка 2000-2500 мл в сутки энтеральной смеси (2000-2500 ккал и 80-100 г белка) n=36

2. **Нутритивная поддержка, исходя из данных динамического метаболического мониторинга- «столько сколько нужно сейчас организму больного»** n=74.



## Смешанное энтерально-парентеральное питание

**первые 4-5 суток**

получали 63(74) - 85 % пациентов

### **Энтерально:**

Смесь типа Стандарт (Нутрикомп Файбер, Диабет) менее 1500-2000 мл

+

### **Парентерально:**

Аминоплазмаль Е 10 % 500 мл+

Липофундин МСТ\ЛСТ 20 % 250-500 мл



С 5-7 суток и далее -

**по данным метаболического мониторинга**



### **Полное энтеральное питание:**

Смесь типа Стандарт ( Нутрикомп Файбер или Диабет)  
от 1500 до-2500 мл с концентрацией 1-1,5 ккал\мл



## Метаболический мониторинг Нейротрофические осложнения у больных с острой церебральной недостаточностью

|                  | <b>1-я группа<br/>N=36</b> | <b>2-я группа<br/>N=74</b> |
|------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Пневмония</b> | <b>(10) 28%</b>            | <b>(5) 6,76%</b>           |
| <b>Пролежни</b>  | <b>(9) 25%</b>             | <b>(8) 10,8%</b>           |



## Как это мы делаем сегодня?



## Метаболический мониторинг -технология



1. Потребление кислорода  
 $VO_2 = \text{МОД} * (FiO_2 \text{ inspir} - FiO_2 \text{ expir})$
2. Экскреция углекислоты  
 $VCO_2 = \text{МОД} * FiCO_2 \text{ expir} \%$
3. Вычисление респираторного коэффициента  
 $RQ = VCO_2 / VO_2$
4. Расчет истинной потребности в энергии  
(ккал\сутки) =  
 $(3,9 VO_2 + 1,1 VCO_2) * 1440$

TITON<sup>®</sup>  
MULTI-PARAMETER MONITOR

MTSP6-03

MONITOR TEMPERATURE  
RESPIRATORY RATE & SPO2 SATURATION



Physical buttons and controls located below the monitor screen.



CH CB VO V4 [NCOV] 78 CCC  
**2.3** 4.7 37 **1480**  
96 79 87 1.6



NOV [L/min]: **10.2** MetabRef  
VO2 [ml/min]: **295.8** VC02 [ml/min]: **215.3** RQI: **0.72** REEDKcal: **2016**

T1 [°C] 39.8  
T2 [°C] 39.8

NIBP (mmHg) 160 125 90  
**101/79**  
105 / 77 ( 86 ) ( 88 ) 0 50

[005] [NCOV] Профиль: **Взросл. 1**





## Скрининг питательного статуса (NRS 2002)

### Блок 1. Первичная оценка

- 1 Индекс массы тела менее 20,5 Да Нет
- 2 Больной потерял массу тела за последние 3 месяца Да Нет
- 3 Имеется недостаточное питание за последнюю неделю Да Нет
- 4 Состояние больного тяжелое (или находится в отделении реанимации и интенсивной терапии) Да Нет
  - Если при Первичной оценке все ответы «Нет», то повторный скрининг проводится через неделю.
  - Если при Первичной оценке хотя бы на один вопрос есть ответ «Да», то следует перейти к блоку 2.

### Блок 2. Финальная оценка

#### Питательный статус

- 1 балл** Потеря массы более 5% за последние 3 месяца или потребление пищи в объеме 50-75% от нормальной в предшествующую неделю
- 2 балла** Потеря массы более 5% за последние 2 месяца или ИМТ 18,5-20,5 + плохое самочувствие или потребление пищи в объеме 25-60% от нормальной в предшествующую неделю
- 3 балла** Потеря массы более 5% за последний 1 месяц ( более 15% за 3 месяца) или ИМТ менее 18,5 + плохое самочувствие или потребление пищи в объеме 0-25 % от нормальной потребности в предшествующую неделю



## Тяжесть заболевания- повышенные потребности в нутриентах

**1 балл** Онкологическое заболевание, перелом шейки бедра, цирроз печени, ХОБЛ, хронический гемодиализ, диабет

**2 балла** Радикальная абдоминальная хирургия, инсульт, тяжелая пневмония, гемобластоз

**3 балла** Черепно-мозговая травма, трансплантация костного мозга, интенсивная терапия (APACHE-II > 10)

Если возраст больного 70 лет и более, то необходимо добавить еще один балл к общей сумме.

**Итого баллов.....**

- *Более 3 баллов – высокий риск питательной недостаточности, требующий разработки программы нутриционной поддержки.*
- *Менее 3 баллов – повторный скрининг каждую неделю. Если планируется оперативное лечение, то необходима программа предоперационной подготовки.*



## Критерии оценки - доступны!



| Степени   | Легкая    | Средняя   | Тяжелая    |
|---|-----------|-----------|------------|
| <b>Общий белок, г\л</b>                                     | 60-55     | 55-50     | Менее 50   |
| <b>Альбумин, г\л</b>  | 35-30     | 30-25     | < 25       |
| <b>Трансферрин г\л</b>                                      | 2,0-1,8   | 1,8-1,6   | < 1,6      |
| <b>Лимфоциты,<br/>абсолютно</b>                             | 1800-1500 | 1500-800  | < 800      |
| <b>Дефицит массы<br/>тела<br/>в % от идеально<br/>массы</b> | 11-10 %   | 21-30 %   | более 30 % |
| <b>Индекс масса-рост,<br/>кг\м2</b>                         | 19-17,5   | 17.5-15,5 | <15,5      |



## Оценка темпа потери массы тела



| <b>Время</b>     | <b>Средняя тяжесть</b> | <b>Тяжелая степень</b>   |
|------------------|------------------------|--------------------------|
| <i>1 неделя</i>  | <i>1-2 процента</i>    | <i>&gt; 2 процентов</i>  |
| <i>1 месяц</i>   | <i>5 процентов</i>     | <i>&gt; 5 процентов</i>  |
| <i>3 месяца</i>  | <i>7.5 процентов</i>   | <i>&gt;7.5 процентов</i> |
| <i>6 месяцев</i> | <i>10 процентов</i>    | <i>&gt; 10 процентов</i> |



## Углеводы делятся на 3 основных класса:

**Моносахариды.** Наиболее часто в природе встречается простой шестиуглеродный сахар – гексоза, более известный под названием – глюкоза.

**Олигосахариды** – состоят из 2 или 3 углеводных звеньев. Наиболее распространенным дисахаридом является сахароза – пищевой сахпр.

**Полисахариды.** Классические представители: гликоген – выполняет функции, связанные с питанием; целлюлоза – выполняет структурную функцию.



# Рекомендуемые дозировки углеводов

(ESPEN 2005, ASPEN 2001, АКЕ 2000)

| Вещество | Доза           | Скорость введения      |
|----------|----------------|------------------------|
| Глюкоза  | до 5 г/кг веса | до 0.5 г/кг веса в час |

Т.е. у больного массой 70 кг максимальная дозировка глюкозы-  
350 г\сутки,

те 20% глюкозы не более 1700 мл\сутки.

Скорость введения не более 35 г\час или

20% глюкозы не более 175 мл\час

Горизонты познания



## Метаболизм глюкозы



**Инсулинорезистентность** является отличительным критерием критического состояния , приводящим к гипергликемии и существенным изменениям в обмене жира и белка

Всё это имеет важные последствия, так как может быть связано **со снижением эффективности** нутриционной поддержки.



# Глюконеогенез и липонеогенез

## Глюконеогенез (Gluconeogenesis)

биохимическая реакция, в процессе которой происходит синтез глюкозы - важного источника энергии - из неуглеводных источников (например, из аминокислот).

Глюконеогенез протекает преимущественно в печени и почках.





## Метаболические последствия различной скорости инфузии и суточной дозы глюкозы



(Z.Zadak, материалы 1-ой международной школы семинара по клиническому питанию для преподавателей медицинских ВУЗов 2007г г. Екатеринбург)

| Скорость инфузии<br>мг/кг/мин | Суточная доза<br>г/70кг/сут | Влияние на синтез глюкозы   |
|-------------------------------|-----------------------------|---|
| 1-2                           | 100 - 200                   | Максимальное окисление<br>Недостаточное подавление<br>глюконеогенеза  |
| 4                             | 400                         | 80% подавление глюконеогенеза<br>50% преобразование в<br>триацилглицериды   |
| 7 - 8                         | 700 - 800                   | 75% преобразование в<br>триацилглицериды<br>Повышение образования CO <sub>2</sub><br>Риск развития дыхательной<br>недостаточности |



## Рекомендации РАСХИ 2010

А.В. Бутров, А.А. Звягин, И.Н. Лейдерман, В.М. Луфт, Т.С. Попова, А.И. Салтанов, С.В. Свиридов, А.Е Шестопапов



Жесткий регламент суточной дозировки глюкозы (не более 5 г\кг\сутки) ;

Учет метаболических возможностей организма- а именно лимита утилизации глюкозы взрослым пациентом не более 0,5 г\кг\час, т.е. у больного массой 70 кг максимальная дозировка глюкозы не должна превышать 350 гр\сутки или 20% глюкозы не более 1700 мл\сутки при скорости введения не более 35 г\час или **20% глюкозы не более 175 мл\час;**

Более частый контроль глюкозы сыворотки крови особенно у больных со стрессовой гипергликемией;

Своевременную коррекцию высоких показателей глюкозы в сыворотке крови более 8,3 ммоль\л с помощью внутривенной инсулинотерапии



# Метаболизм липидов



# Липиды

## Ненасыщенные ЖК



### Примеры ненасыщенных жирных кислот

| Наименование                     | Аббревиатура             | Структура |
|----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Palmitoleic acid                 | $C_{16:1}$<br>$\omega 7$ |           |
| Heptadecenoic acid               | $C_{17:1}$<br>$\omega 7$ |           |
| Emoleic acid                     | $C_{18:2}$<br>$\omega 9$ |           |
| $\gamma$ -Linolenic acid         | $C_{18:3}$<br>$\omega 6$ |           |
| Bihomo- $\omega$ -linolenic acid | $C_{20:3}$<br>$\omega 6$ |           |
| Arachidonic acid                 | $C_{20:4}$<br>$\omega 6$ |           |
| Adholenic acid                   | $C_{18:3}$<br>$\omega 3$ |           |
| Eicosapentaenoic acid            | $C_{20:5}$<br>$\omega 3$ |           |
| Docosahexaenoic acid             | $C_{22:6}$<br>$\omega 3$ |           |



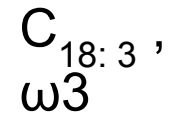
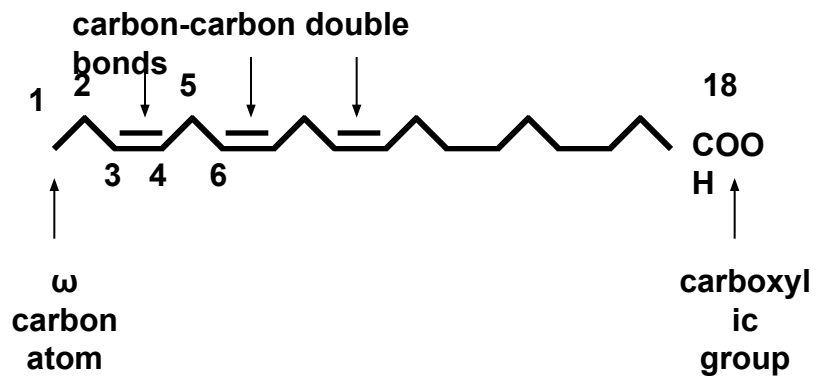
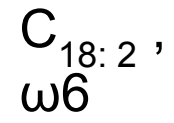
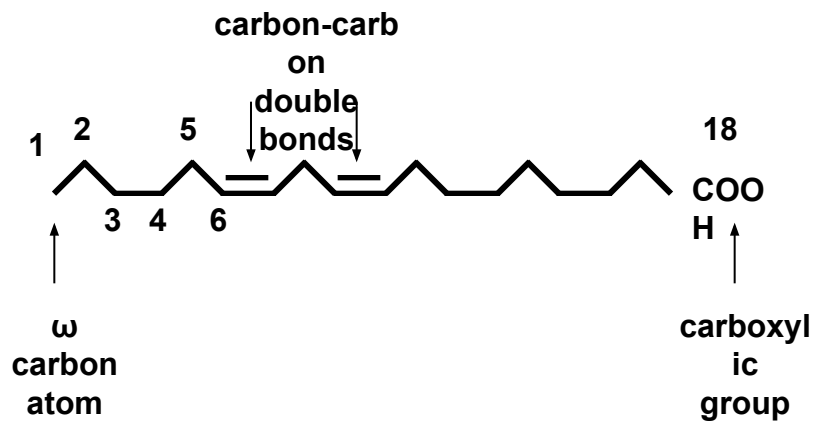
# Липиды

## Детализация аббревиатуры



### Структура

### Аббревиатура





## Структура окисления субстратов за 3 дня голодания при критическом состоянии

Plank L, Connolly A, Hill G. Sequential changes in the metabolic response in severely septic patients during the first 23 days after the onset of peritonitis. Ann Surg 1998;228:146-58.

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Энергопотребность покоя</b>      | 1824 ккал\сутки             |
| <b>Окисление глюкозы</b>            | <b>28%</b> (512 ккал\сутки) |
| <b>Окисление липидов</b>            | <b>46%</b> (840 ккал\сутки) |
| <b>Окисление протеинов</b>          | 26% (470 ккал\сутки)        |
| <b>Кумулятивный белковый баланс</b> | -117 г\сутки                |

# The Impact of Intravenous Fat Emulsion Administration in Acute Lung Injury

Marilena E. Lekka, Stamatis Liokatis, Christos Nathanail, Vasiliki Galani, and George Nakos

Chemistry Department, Intensive Care Unit Department, and Department of Anatomy and Histology, Medical School, University of Ioannina, Ioannina, Greece

|||||

Am J Respir Crit Care Med Vol 169. pp 638-644, 2004

Originally Published in Press as DOI: 10.1164/rccm.200305-620OC on December 4, 2003

Internet address: www.atsjournals.org

central venous catheter. The rate of infusion was 3.5 mg/kg/minute for 1 hour. Soon afterward, a second BAL was performed. In the placebo group, saline was given with the same infusion rate as lipid emulsion.

| Дозировка  | Скорость введения  |
|--|--------------------|
| Взрослые: до 2 г/кг в сутки  | до 0,15 г/кг в час |
| Т.е. 20% жировой эмульсии не более 700 мл\сутки или не более 50 мл\час<br>3,5 мг\кг\мин-это около 250 мг\мин или 15 г\час<br>Это и есть ЖИРОВАЯ ПЕРЕГРУЗКА |                    |



# Рекомендуемые дозировки ЛИПИДОВ

(ESPEN 2005, ASPEN 2001, АКЕ 2000,)

| Дозировка   | Скорость введения  |
|---|--------------------|
| Взрослые: до 2 г/кг в сутки   | до 0,15 г/кг в час |
| Т.е. 20% жировой эмульсии не более 700 мл\сутки или<br><b>не более 50 мл\час</b>  |                    |
| Жировая перегрузка развивается только при дозировке<br>жировой эмульсии более <b>2,5 г\кг\сутки</b> . (А.Бахман.<br>Искусственное питание, Бином, 2001, с.44) |                    |





# Метаболизм белка



Белки — это высокомолекулярные полимерные азотсодержащие вещества, мономерами которых являются аминокислоты.

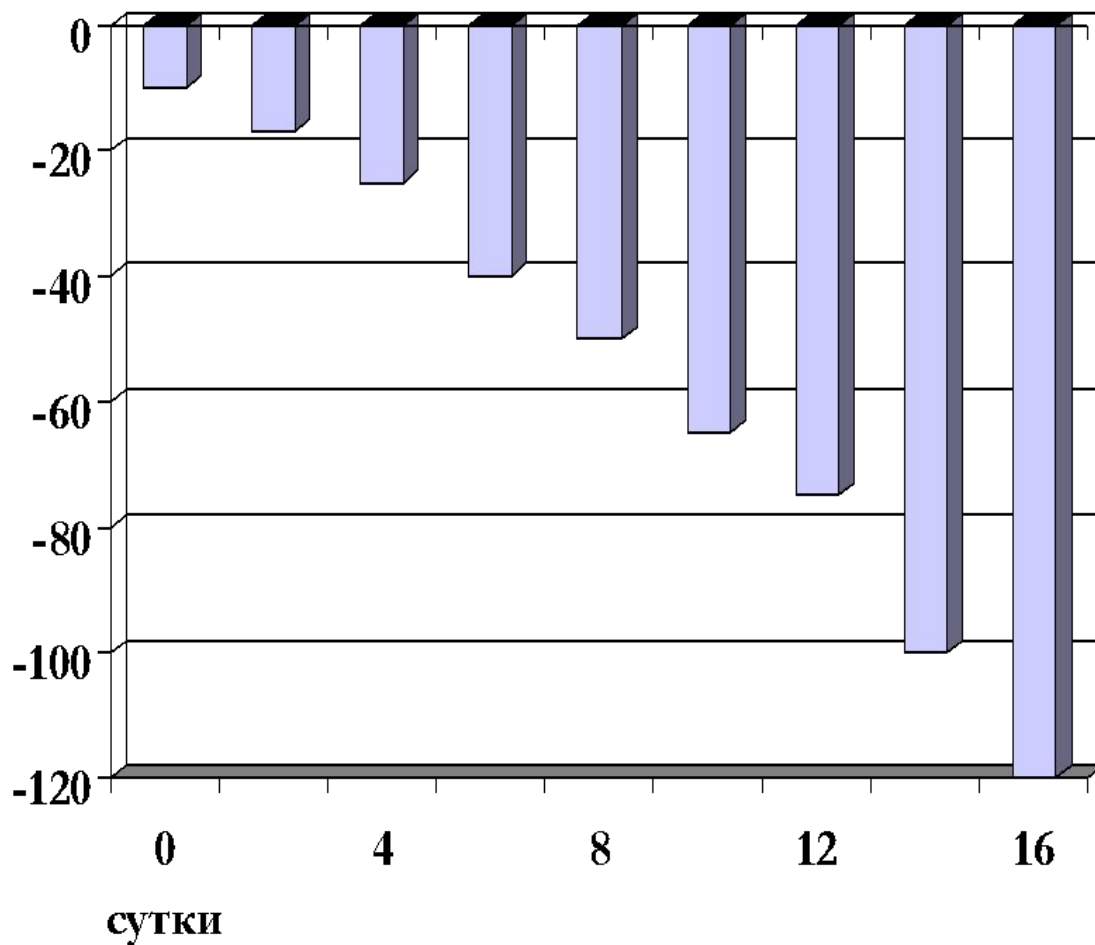


каталитическую  
питательную  
транспортную  
сократительную  
структурную  
гормональную (регуляторную)  
защитную  
рецепторную



# Кумулятивный азотистый баланс за 16 суток у больных на ИВЛ в условиях полного энтерального питания.

JPEN 1993;34:653-61.



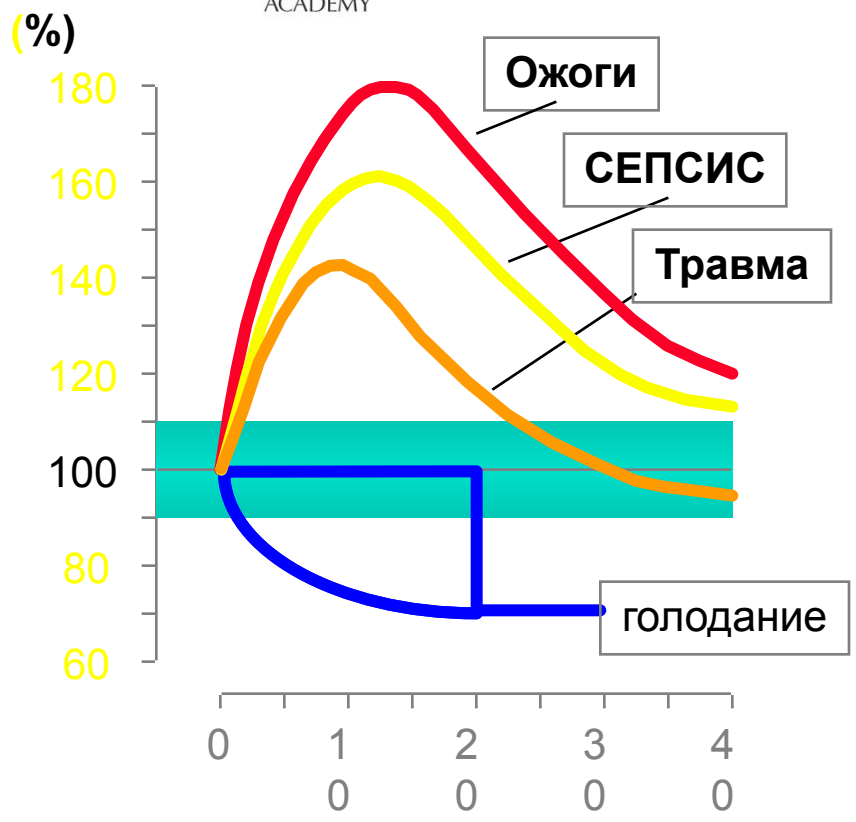
■ Азот.баланс,  
г\сутки



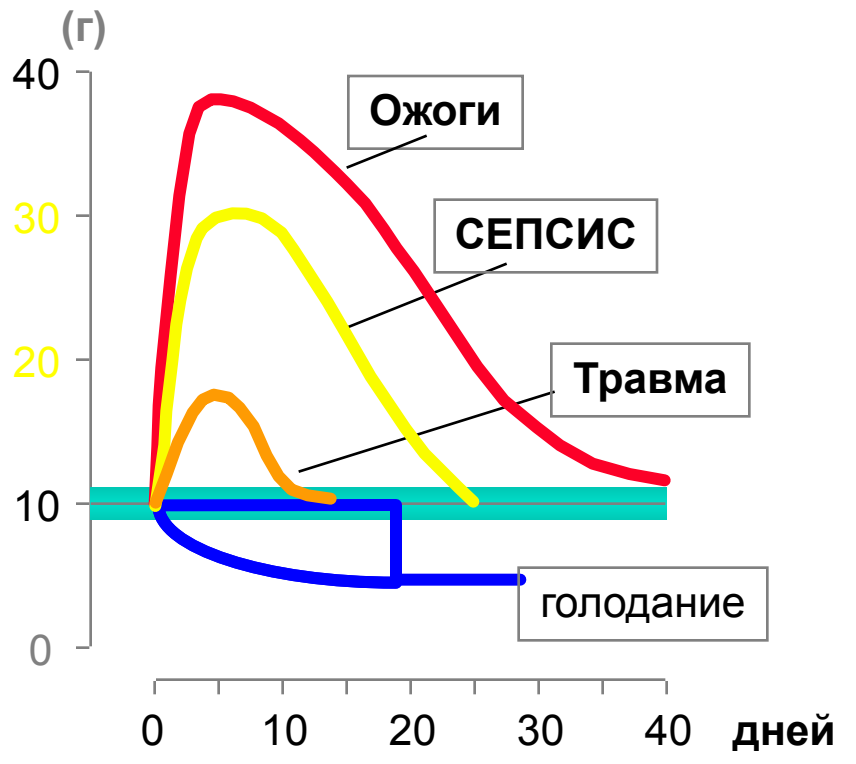
# Гиперметаболизм и гиперкатаболизм



## Энергопотребность



## Потери азота

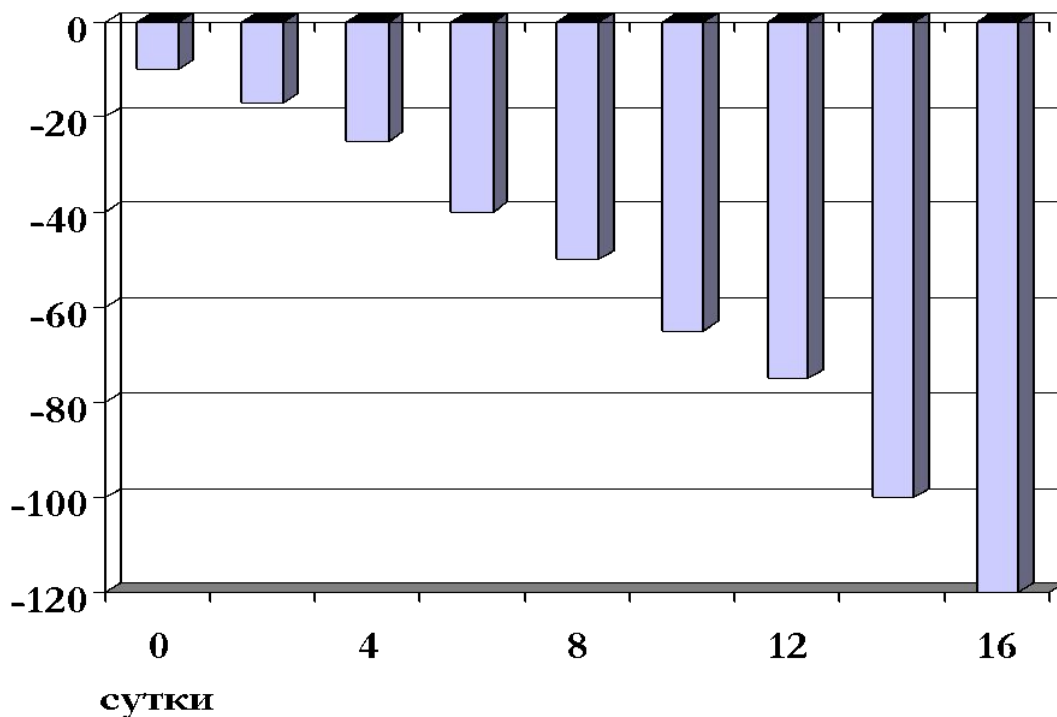


C. L. Long, Am. J. Clin. Nutr. 30, 1301-1310, 1989



## Кумулятивный азотистый баланс за 16 суток у больных на ИВЛ в условиях полного энтерального питания.

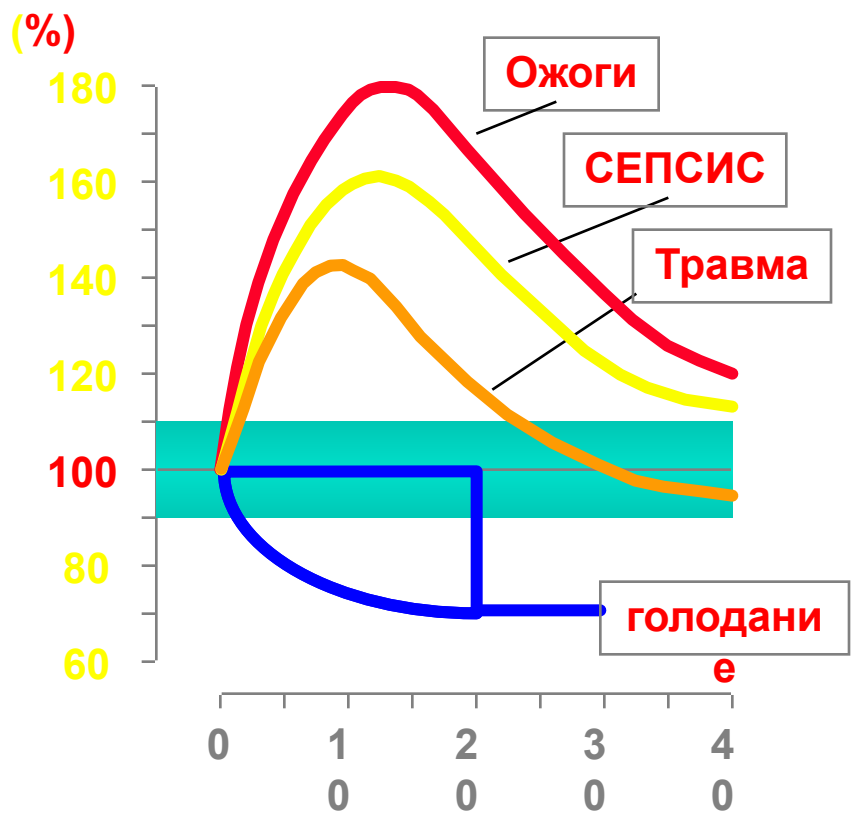
JPEN 1993;34:653-61.



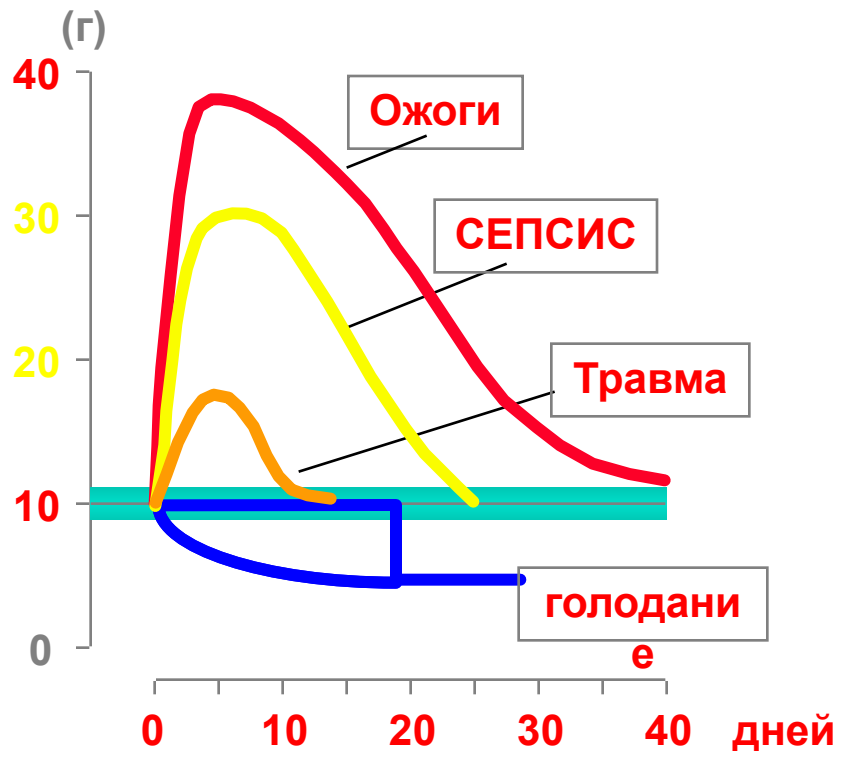
■ Азот.баланс,  
г\сутки

# Гиперметаболизм и гиперкатаболизм

## Энергопотребность



## Потери азота



C. L. Long, Am. J. Clin. Nutr. 30, 1301-1310, 1989

## Потребности в белке обоснованы:

Системным воспалением

Гиперметаболизмом

Заживлением ран

Восполнением потерь белка

- кровопотеря, экссудаты
- ↑ если анорексия сопровождается лихорадкой\инфекцией
- ↑ мышечный протеолиз  
До 35 грамм в сутки



# Общие рекомендации по дозировке аминокислот

(ESPEN 2005, ASPEN 2001, АКЕ 2000)

| <b>Пациенты</b> | <b>Доза</b>                 | <b>Скорость введения</b>    |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Взрослые        | до 2 г/кг веса тела в сутки | до 0,1 г/кг веса тела в час |

Т.е. За 1 час утилизация аминокислот не превышает 7- 10 грамм у пациента массой 70-100 кг ,  
т.е скорость введения до 70- 100 мл 10% раствора аминокислот





## Потребность в белке



**Потребность в белке (г\сутки )=**  
**(эксреция азота с мочой (г\сутки ) + 4**  
**г (внепочечных потерь)+ 2-4 г на**  
**анаболические процессы)\*6,25**

Единственным ограничением, не позволяющим таким образом рассчитать потребность в белке, является наличие у больного явлений острой или хронической почечной недостаточности



## Небелковые калории



### Расчет потребности в липидах

Потребность в липидах в граммах=

$$((\text{Истинная энергопотребность} - (\text{потребность в белке} * 4)) : 10 * 4) \setminus 9$$

### √Расчет потребности в углеводах

Потребность в углеводах в граммах=

$$((\text{Истинная энергопотребность} - (\text{потребность в белке} * 4)) : 10 * 6) \setminus 4$$

# Микронутриенты-витамины



| <b>Витамины</b>          | <b>Дозы при совместном введении с другими микронутриентами</b> |
|--------------------------|--|
| А (ретинол)              | 3300 МЕ  |
| Д (кальциферол)          | 200 МЕ   |
| Е (токоферол)            | 10 МЕ  |
| С (кислота аскорбиновая) | 100 мг   |
| В1 (тиамин)              | 3 мг   |
| В2 (рибофлавин)          | 3,6 мг   |
| РР (кислота никотиновая) | 40 мг  |
| В3(кислота пантотеновая) | 15 мг  |
| В6(пиридоксин)           | 4 мг   |
| В12(цианкобаламин)       | 5 мкг  |
| Кислота фолиевая         | 400 мкг  |
| Н (биотин)               | 60 мкг   |

# Микроэлементы-микроэлементы



## Микроэлементы

|          |             |
|----------|-------------|
| Хром     | 10-15 мкг   |
| Медь     | 0.5-1.5 мг  |
| Иод      | 1-2 мкг\кг  |
| Железо   | 1-2.5 мг    |
| Марганец | 0.15-0.8 мг |
| Молибден | 20 мкг      |
| Селен    | 30-200 мкг  |
| Цинк     | 2.5-4.мг    |



**Спасибо за внимание !**