

ГЛАВА 18. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН.

ЖИВОТНОЕ И СРЕДА ОБРАЗУЮТ ЕДИНУЮ СИСТЕМУ, НАХОДЯЩУЮСЯ В СТАЦИОНАРНОМ СОСТОЯНИИ, ПОСКОЛЬКУ МЕЖДУ НИМИ ПРОИСХОДИТ НЕПРЕРЫВНЫЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВАМИ И ЭНЕРГИЕЙ, ПРИ КОТОРОМ ВЫХОДЯЩЕЕ ТОЧНО СООТВЕТСТВУЕТ ПОСТУПАЮЩЕМУ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ ПИЩИ

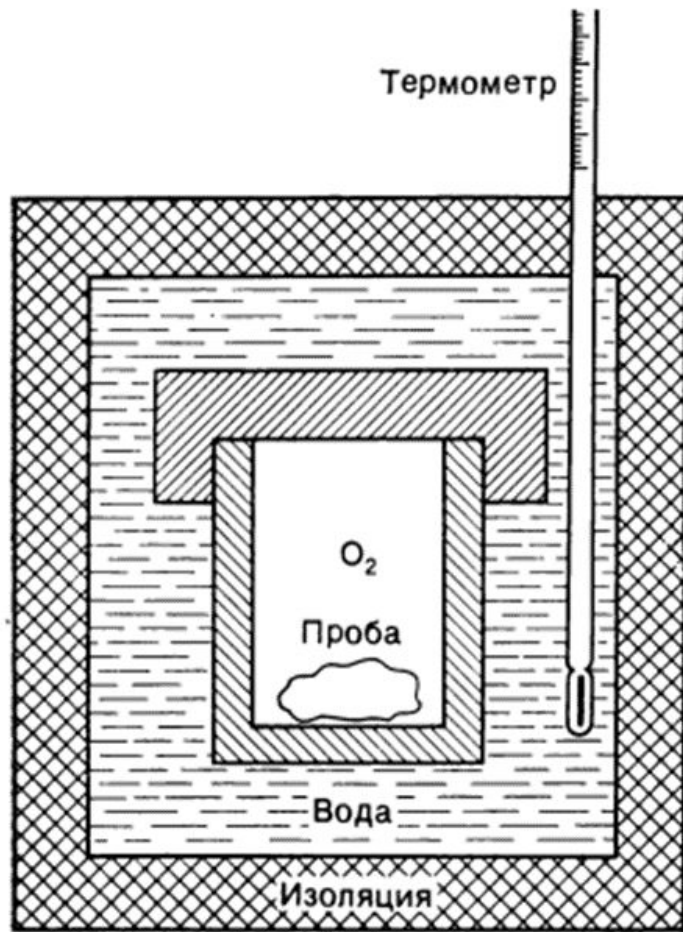
Организмы получают энергию из окружающей среды в виде потенциальной энергии, заключенной в химических связях молекул жиров, белков и углеводов. Они постепенно окисляются, выделяя энергию, высвобождающуюся при разрыве химических связей.

Количество энергии, выделяемой при сгорании какого-либо соединения, не зависит от числа промежуточных этапов его распада.

Запас энергии в пище определяют в калориметрической бомбе (рис. 18.1) - замкнутой камере, погруженной в водяную баню. Точно взвешенную пробу помещают в эту камеру, наполненную O_2 , под давлением 20 атм. Пробу поджигают проволокой так, что они быстро сгорают. Высвобождаемое при этом тепло точно измеряется чувствительными калиброванными термо-метрами по измерению температуры определенного объема воды, окружающего камеру; зная теплоемкость воды, ее объем и изменение температуры, можно определить количество выделившейся энергии.

Табл. 18.1. Энергетический эквивалент, дыхательный коэффициент (ДК), объем потребляемого O₂ и выделяемого CO₂ для разных пищевых веществ.

	Калориметрическая бомба		Окисление в организме человека		O ₂	CO ₂	ДК
	ккал/г	кДж/г	ккал/г	кДж/г	ккал/л	ккал/г	
Углеводы	4,1	17,2	4,1	17,2	5,05	5,05	1,00
Белки	5,4	22,6	4,1	17,2	4,46	5,57	0,80
Жиры	9,3	38,9	9,3	38,9	4,74	6,67	0,71



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ МЕТАБОЛИЗМА Прямая калориметрия

Для вычисления теплопродукции используют данные о теплоемкости жидкости, ее объеме, протекающем через изолированную камеру за единицу времени, и разности температур поступающей и оттекающей жидкости.

Рис. 18.1. Калориметрическая бомба для измерения энергетического эквивалента вещества. Тепло, высвобождающееся при взрывном сгорании пробы внутри бомбы, выделяется в водяную баню, где оно измеряется чувствительным термометром.

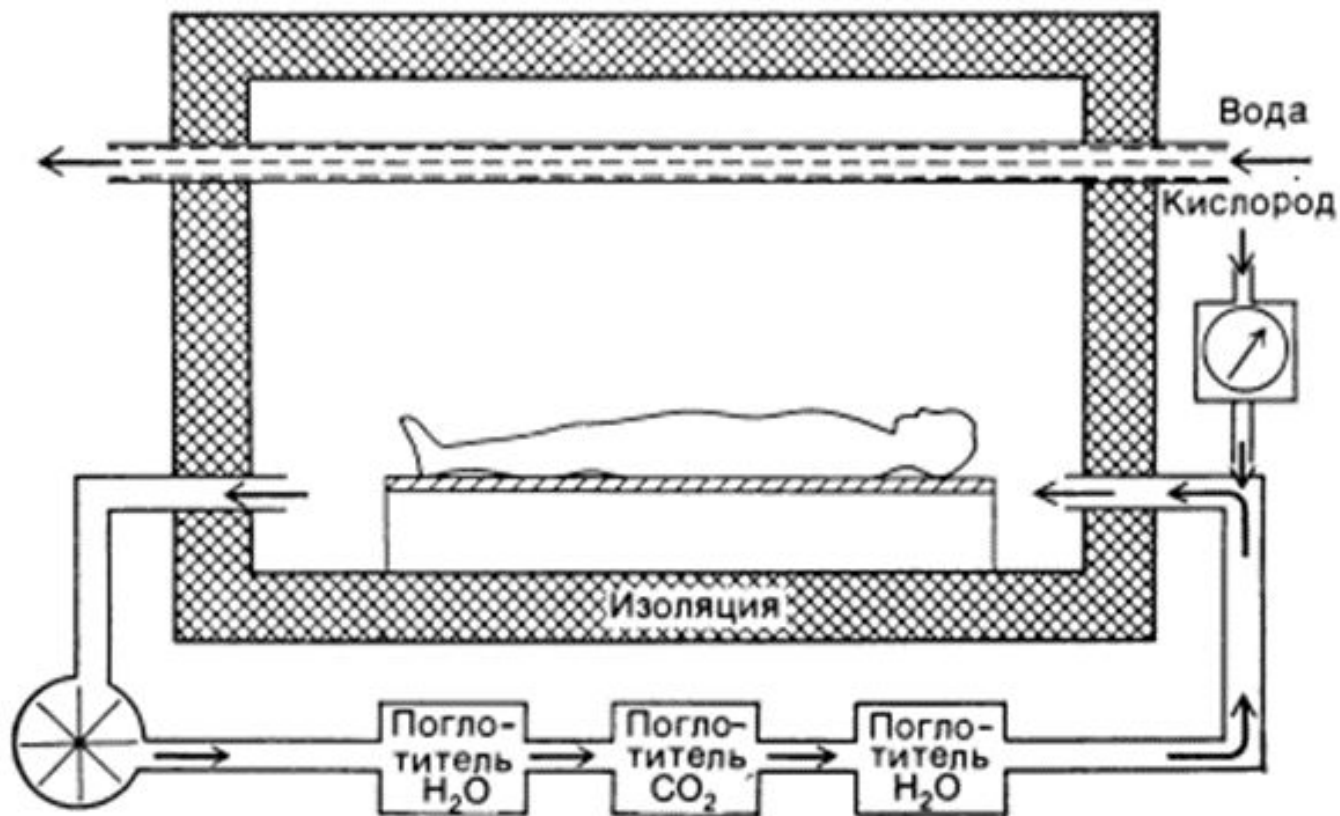


Рис. 18.2. Калориметр для исследований, проводимых на человеке.

Суммарная выделяющаяся энергия состоит из:

1) возникающего тепла (измеряемого по повышению температуры воды, протекающей в змеевике, который идет через камеру).

2) скрытой теплоты парообразования (измеряемой по количеству водяных паров, извлекаемых из окружающей воздуха первым поглотителем H₂O), и 3) работы, направленной на объекты вне камеры; во избежание накопления в камере CO следует обеспечить ее поглощение.

При этом процессе образуется вода, поэтому требуется второй ее поглотитель. Потребление O₂ измеряется по тому количеству, которое приходится добавлять, чтобы содержание его в камере оставалось постоянным.

Косвенная калориметрия

Энергетический обмен можно оценивать по количеству потребляемого кислорода или выделяемого углекислого газа. Отношение выделяемого CO_2 к потребляемому O_2 , дыхательный коэффициент (ДК), характерен для данного пищевого вещества (табл. 18.1).

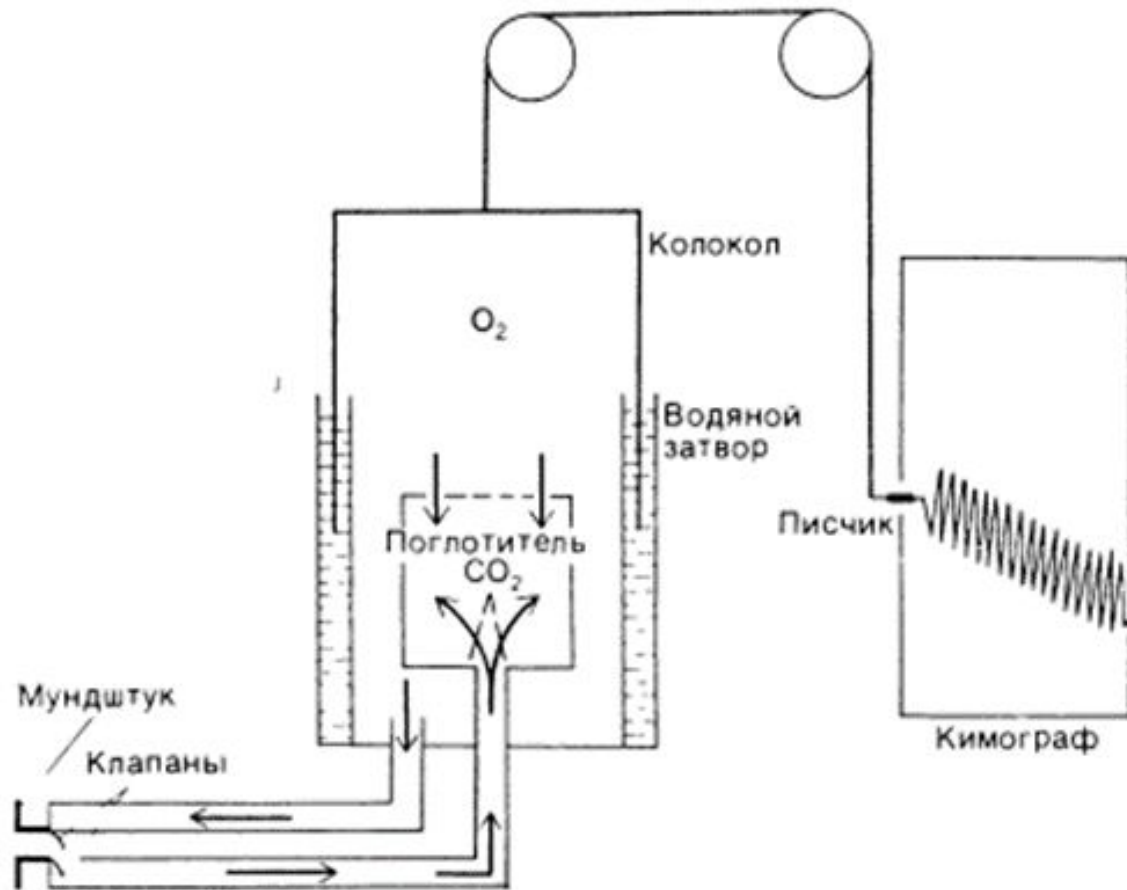


Рис. 18.3. Спирометр, приспособленный для измерения количества поглощаемого O_2 . В рот испытуемого вставлен мундштук; внешний газообмен исключается применением носового зажима. Во избежание сильного увеличения эффективного мертвого пространства для вдыхаемого и выдыхаемого газов применяются отдельные трубки с клапанами, исключающие смешивание; поглотитель CO_2 исключает накопление выдыхаемого CO_2 в замкнутой системе.

Объем O_2 остающегося в спирометре, регистрируется писчиком на бумаге, укрепленной на кимографе.

ОСНОВНОЙ ОБМЕН

Относительно постоянный уровень энергетических затрат в условиях физического и эмоционального покоя называют основным обменом.

Основной обмен человека определенного роста и веса можно предсказать с точностью до 5-10%. Более значительные отклонения от предсказанных величин часто свидетельствуют о нарушениях обмена, обычно связанных с нарушением гормонального равновесия.

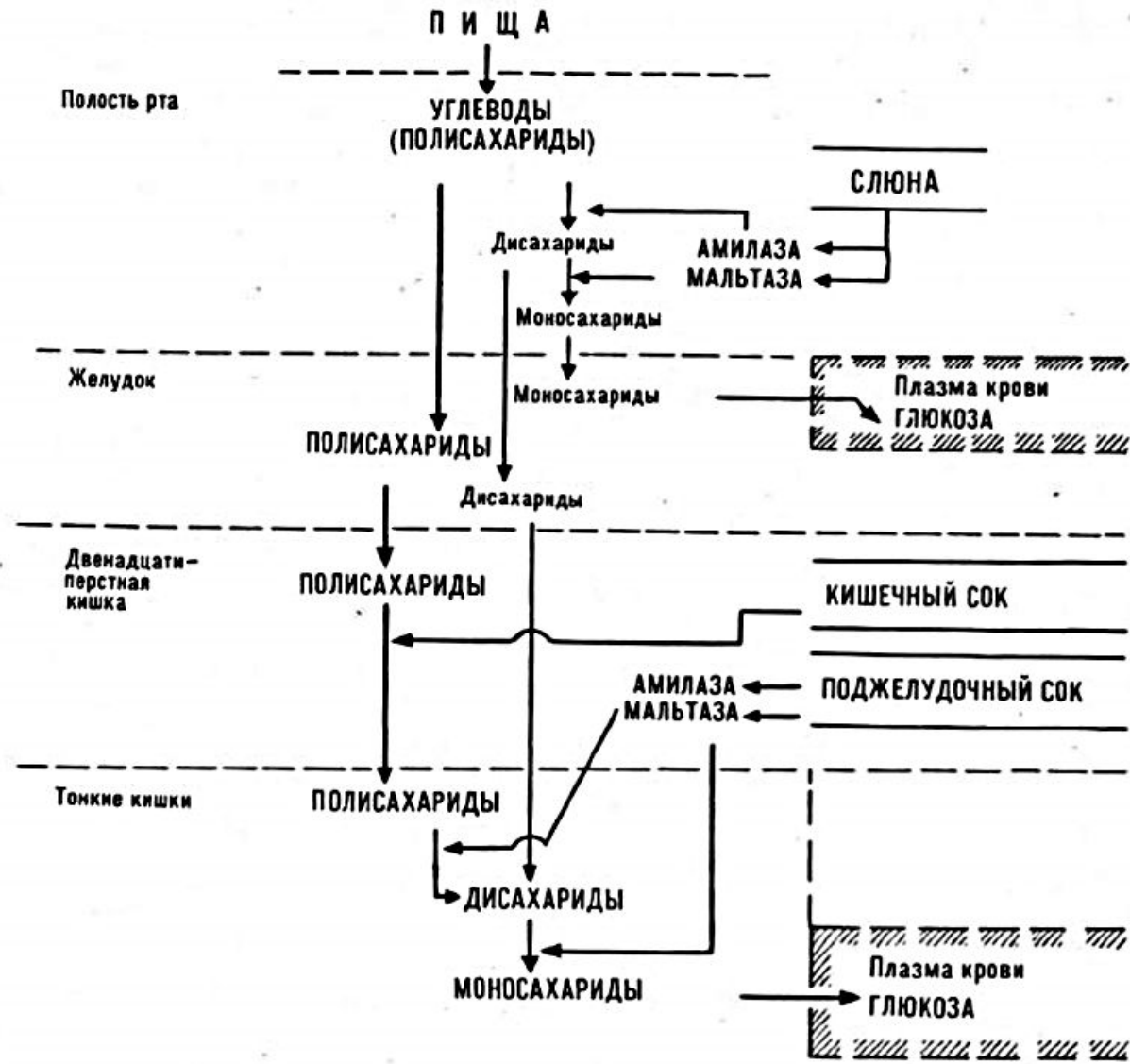


Рис. 125.

Последовательность расщепления углеводов в разных участках пищеварительного тракта

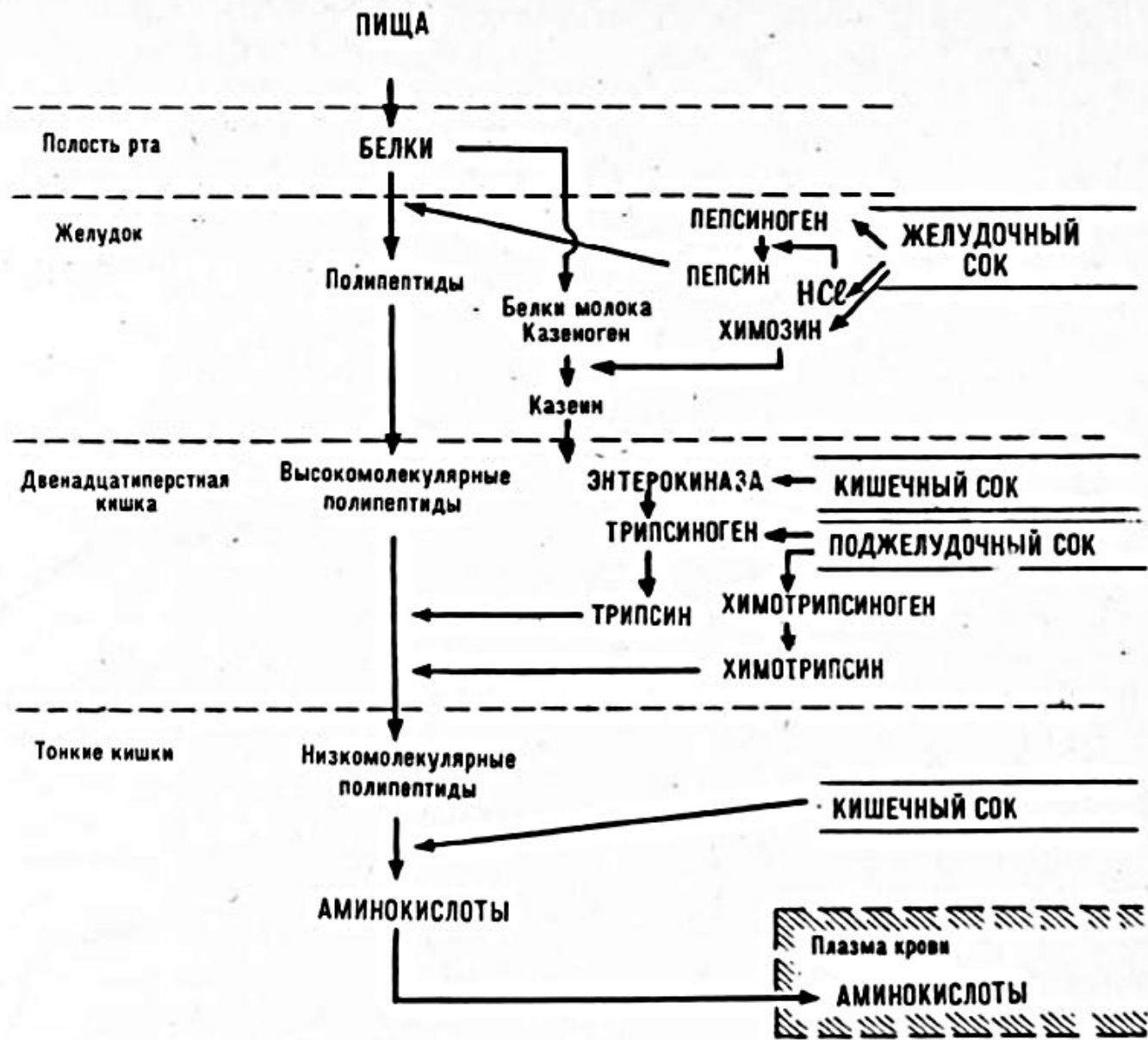


Рис. 126.

Последовательность расщепления белков в разных участках пищеварительного тракта

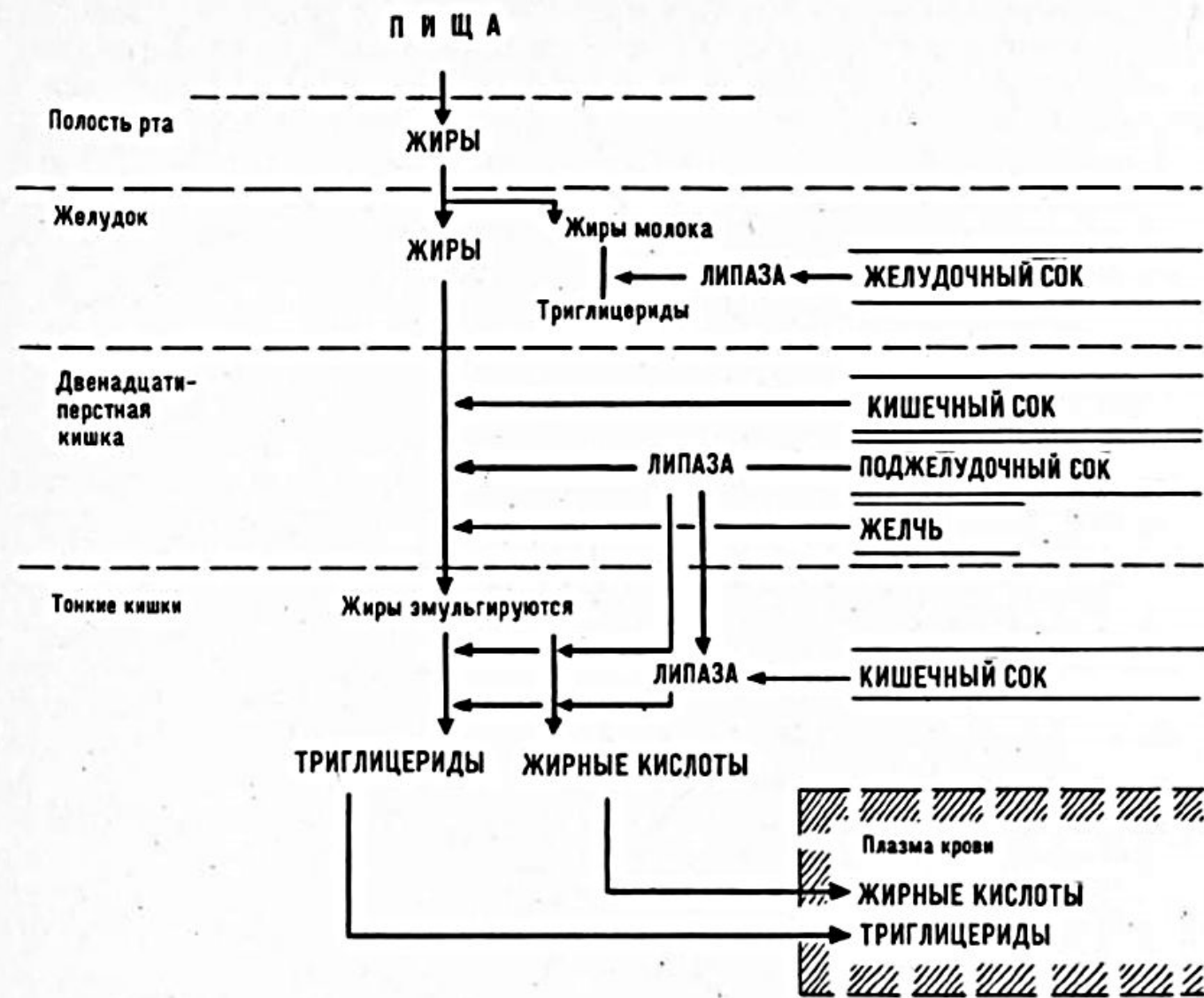


Рис. 127.

Последовательность расщепления жиров в разных участках пищеварительного тракта

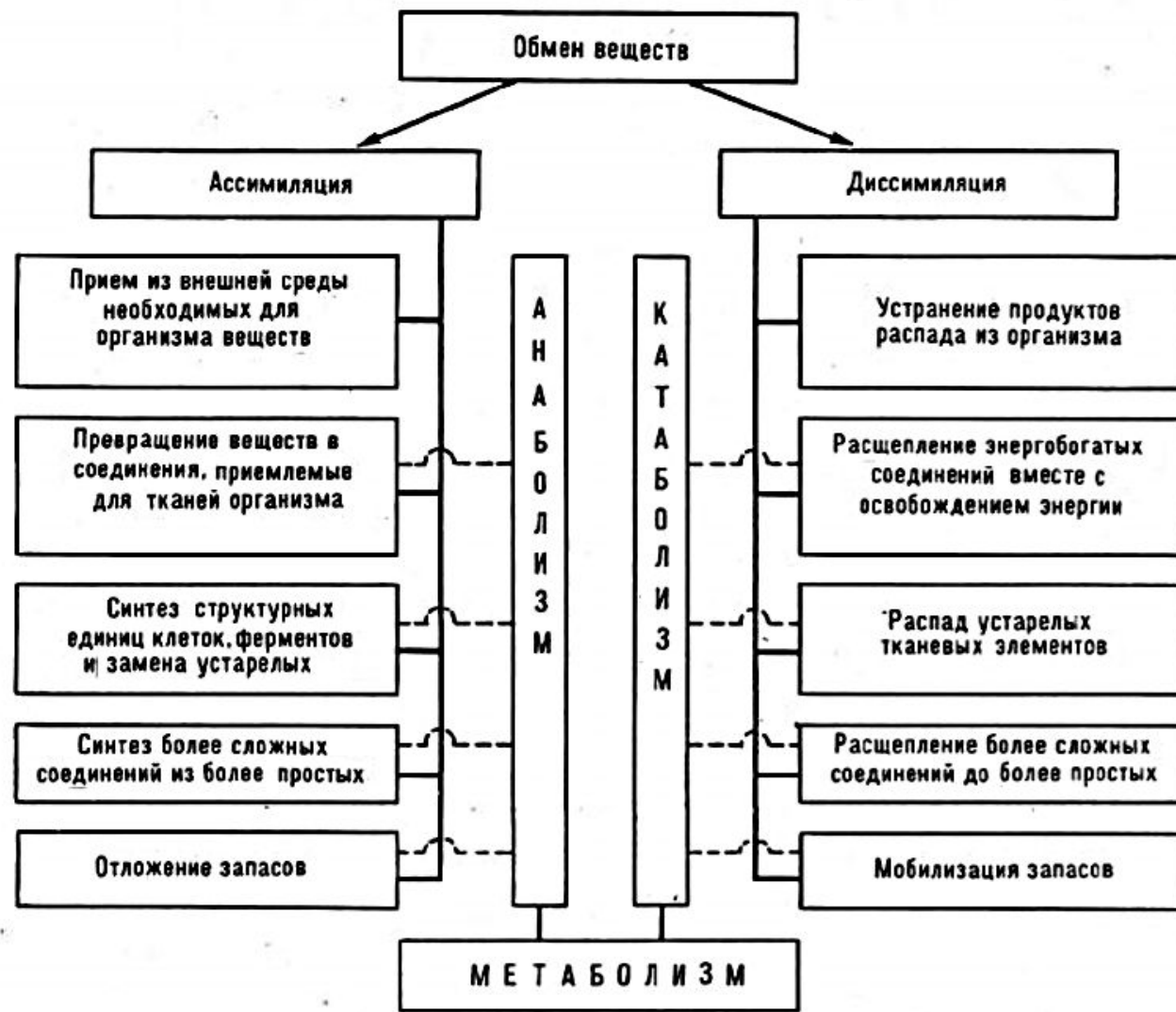


Рис. 129.

Общая схема обмена веществ

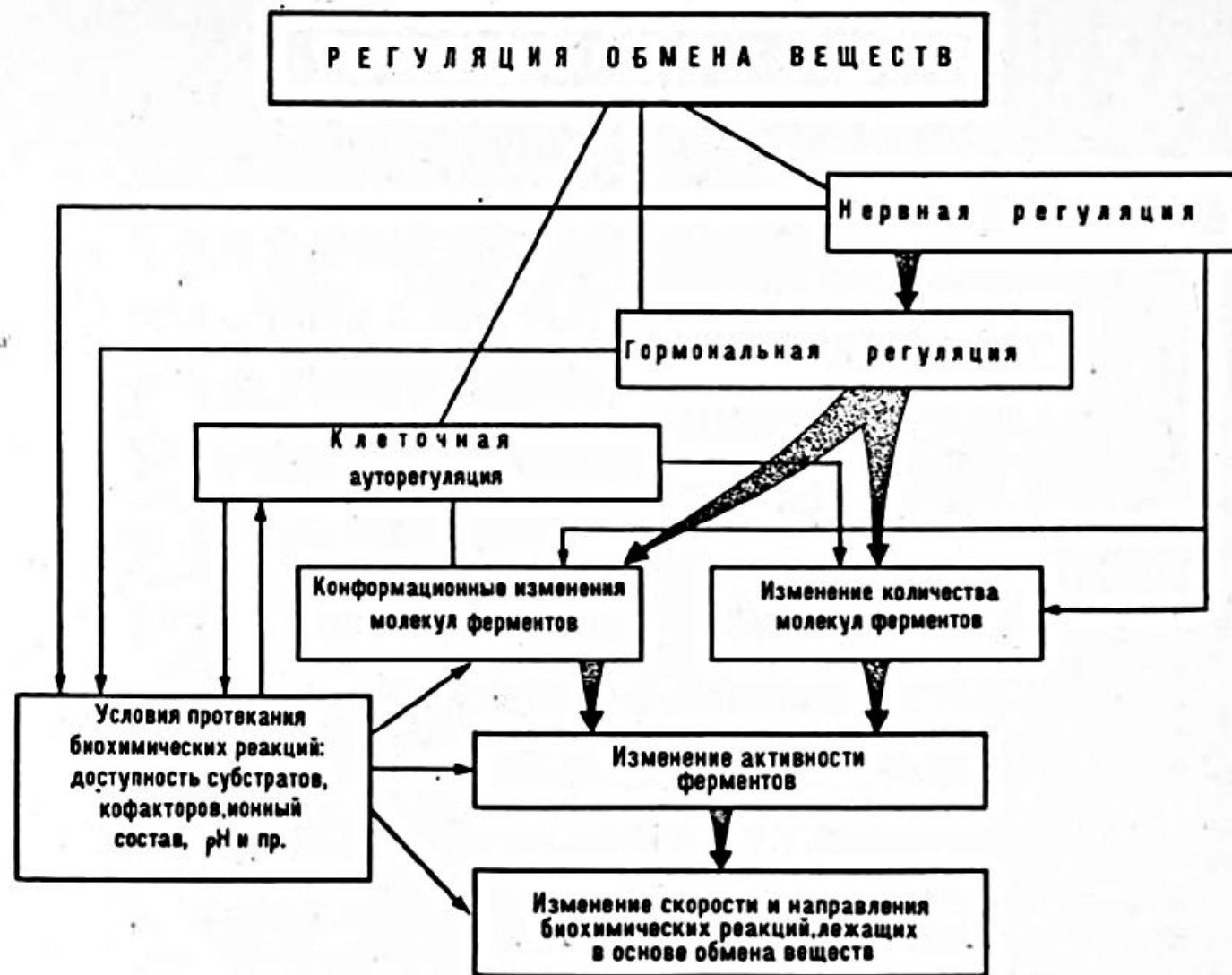


Рис. 130.

Схема регуляции обмена веществ

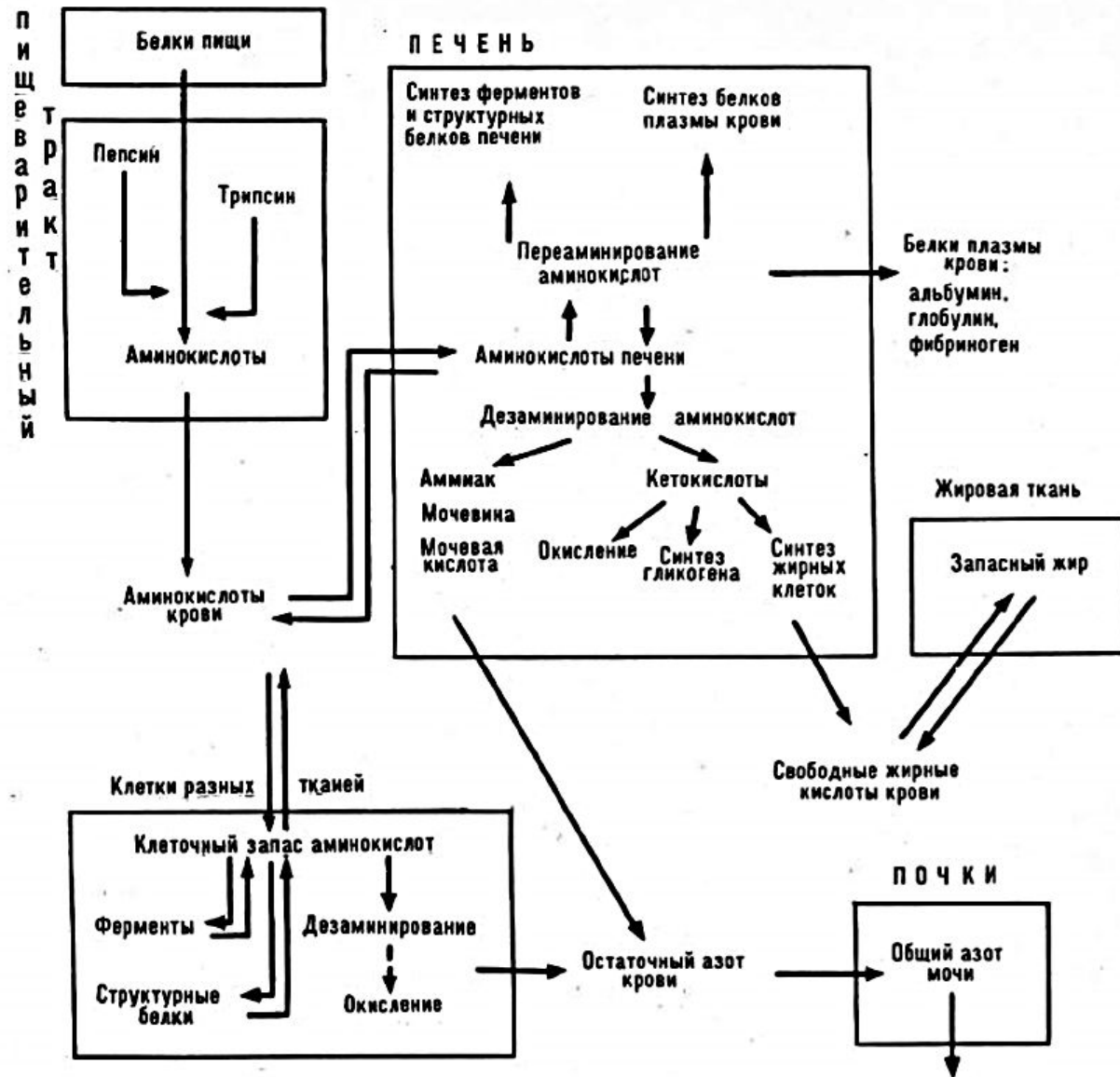


Рис. 131.
Кругооборот белков в организме

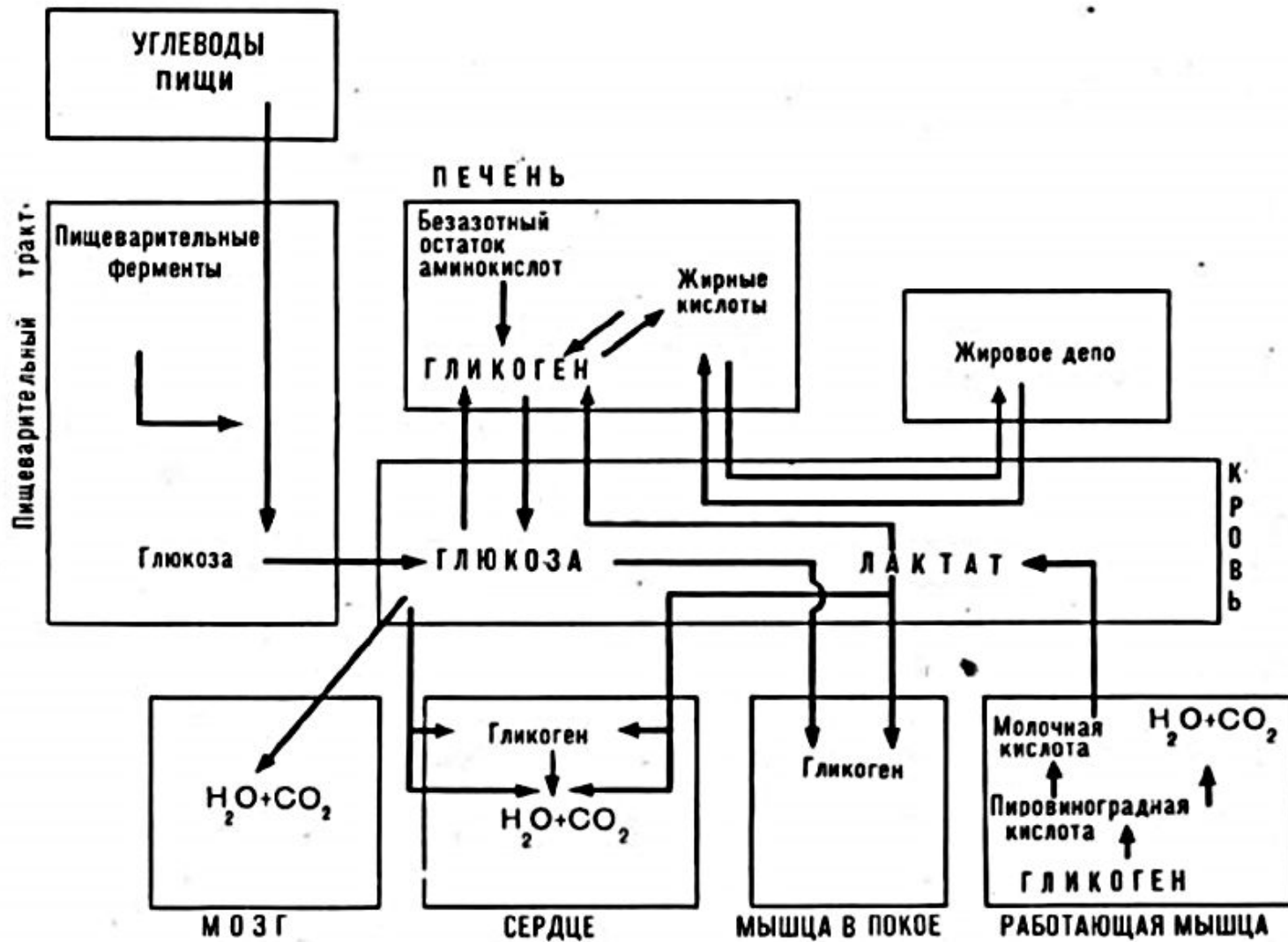


Рис. 134.

Кругооборот углеводов в организме

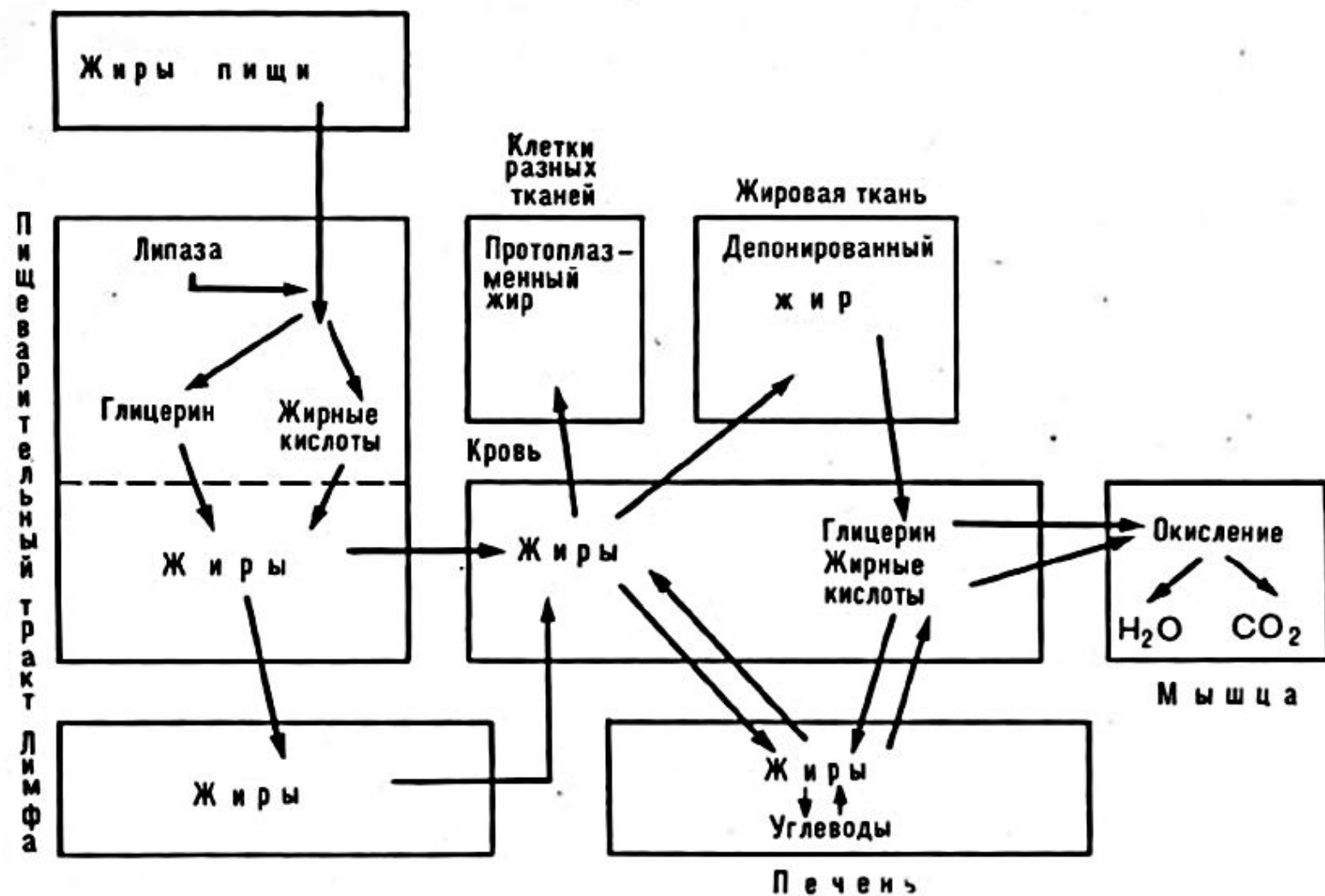


Рис. 136.
Кругооборот жиров в организме

17.6. ОБМЕН ВОДЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Роль и кругооборот воды в организме. Количество воды в организме составляет две трети общей массы тела. Она находится как составная часть во всех тканях и клетках. Подавляющее большинство биохимических реакций в организме протекает при непосредственном участии воды. Она делает возможным транспорт многих необходимых субстратов и продуктов распада в организме. Вода, входящая в состав пота, позволяет удалять из организма излишнее количество тепла.

Вода в организме распределяется между внутриклеточным и внеклеточным пространствами (рис. 137). Внутриклеточное пространство составляет объем воды, находящейся внутри всех клеток тела. Оно составляет 70% от общего количества воды в организме.

Внеклеточное пространство состоит из двух частей: *внутрисосудистого* и *межклеточного*. Плазма крови, наполняющая внутрисосудистое пространство, составляет 25% от всей внеклеточной жидкости.

Недостаточное снабжение организма водой приводит к опасным нарушениям обменных процессов. Потеря веса тела на 20% при лишении воды влечет за собой смерть. Необходимое количество воды поступает в организм в составе жидких продуктов пищи (в среднем 0,7—0,8 л в сутки), в составе других продуктов пищи (0,6—0,7 л), за счет выпитой воды (0,8—0,9 л) и воды, об-



Рис. 137. Распределение воды в теле



Рис. 138.
Кругооборот воды в теле

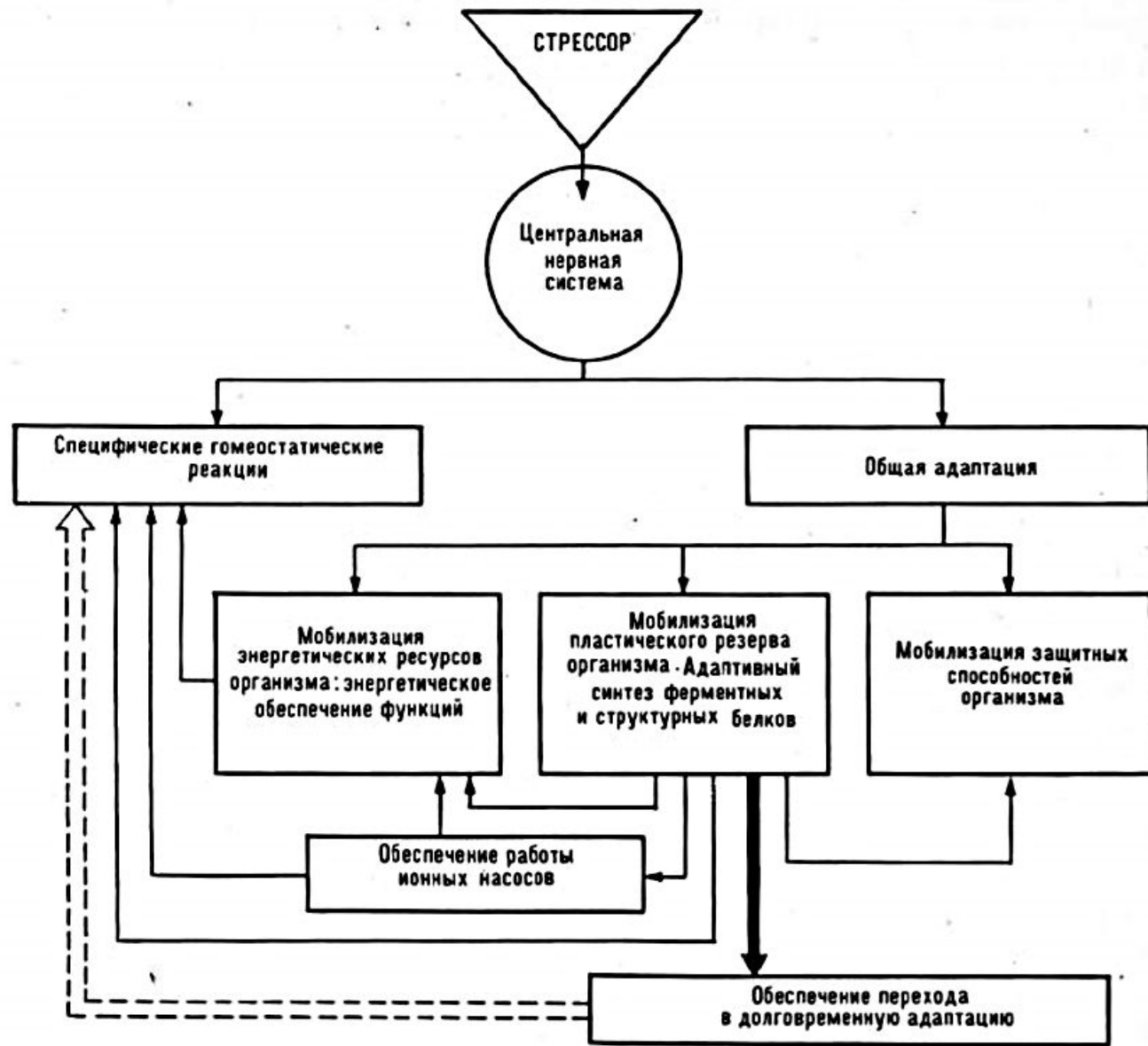


Рис. 147.
Схема механизма общей адаптации