

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

**НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ  
ПАРАМЕТРЫ МОЛОКА**

(регуляция лактации, способы определения белка, жира и углеводов  
в молоке)

**Ташкент 2000 г.**



Таблица 3

Химический состав молока некоторых животных  
(в 100г. молока)

показатели	м о л о к о					
	корова	зубр	кобыла	овца	коза	Верблю дица
вода	87,3	82,3	89,7	80,8	87,3	86,2
белки	3,2	4,0	2,2	5,6	3,0	4,0
липиды	3,6	7,8	1,9	7,7	4,2	4,0
углеводы лактоза, г	4,8	4,9	5,8	4,8	4,5	4,9
органические кислоты, г лимонная кислота	0,166	0,166	0,90	--	--	--
молочная кислота	0,140	0,140	--	0,200	0,160	0,16
витамины:						
А, мг	0,025	0,06	0,02	0,05	0,06	0,04
каротин, мг	0,015	--	0,03	0,01	0,04	--
Д, мкг	0,05	--	--	--	0,06	--
Е, мг	0,09	0,20	--	0,18	0,09	--
С, мг	1,50	2,50	9,40	5,00	2,00	7,70
рибофлавин, мг	0,15	0,03	0,04	0,35	0,14	0,02
тиамин, мг	0,04	0,06	0,03	0,06	0,04	0,08
ниацин, мг	0,10	0,12	0,05	0,35	0,30	--
холин, мг	23,6	--	23,50	30,00	14,20	--
кальций, мг	122	174	89	179	143	121
фосфат, мг	92	102	54	158	89	--
железо, мкг	67	54	61	92	100	--
медь, мкг	12	20	22	13	20	--
кобальт, мкг	0,8	0,9	1,4	5	--	--
зола, г	0,7	0,8	0,4	0,9	0,8	0,7

**Лактация** - сложный биохимический процесс, совершающийся при участии всего материнского организма, в котором происходят значительные изменения обмена веществ и функционального состояния всех органов и систем.

Лактационную функцию определяет ряд взаимосвязанных процессов: **маммогенез** - развитие железы, **лактогенез** - начало секреции молока после родов, **лактопоэз** - поддержание секреции молока. Следует отметить, что с **лактопоэзом** тесно связан процесс выведения молока. Секреция и выведение молока определяются сложным механизмом нейрогормональной регуляции.

Высшим аппаратом регуляции лактации является кора головного мозга, осуществляющая анализ и синтез раздражителей внешней и внутренней среды. Как известно, кора больших полушарий тесно связана с гипоталамусом. Нейрогормоны окситоцин и вазопрессин, продуцируемые супраоптическими и паравентрикулярными ядрами под влиянием нервных стимулов, по аксонам гипоталамо-гипофизарного тракта перемещаются в нейрогипофиз, где накапливаются, а затем поступают в кровяное русло и далее в миоэпителиальные клетки молочной железы и принимают участие в регуляции секреции молока. Можно предположить, что продукция гормонов лактогенного комплекса у женщин, так же как и продукция гонадотропных гормонов аденогипофиза, стимулируется по принципу обратной связи. Падение концентрации пролактина, соматотропного гормона и других гормонов в крови, связанное с утилизацией их молочной железой, стимулирует высвобождение в кровотока новых количеств гормонов.

Характеризуя центральную регуляцию секреции пролактина, следует иметь в виду появляющиеся в литературе новые данные о нейропептидах (эндорфины, энкефалины), обладающих свойствами нейромедиаторов или нейромодуляторов и опосредующих свое действие через биогенные амины гипоталамуса.

Особое место в регуляции функциональной активности молочных желез занимает эпифиз. Эпифизэктомия ингибирует полипептиды влияющие на секреторную активность молочной

железы, образование пролактина. Эпифизарные полипептиды влияют на секреторную активность молочной железы, по-видимому, опосредованно через гипоталамо-гипофизарную систему. На протяжении всего своего развития молочная железа представляет собой орган —мишень гормонов и биологически активных веществ.

Прямое влияние половых стероидов общеизвестно: эстрогены вызывают развитие молочных протоков, прогестерон — секреторного эпителия. Механизм, посредством которого стероиды яичников влияют на рост молочных желез, заключается в изменении времени синтеза ДНК в железе под их влиянием и в увеличении количества специфических рецепторов.

Плацентарный лактоген взаимодействует с половыми стероидами и пролактином в процессе развития молочной железы. Он обладает способностью активировать биосинтез казеина и лактозы.

Экспериментальные исследования показали, что маммогенный эффект половых стероидов, пролактина и плацентарного лактогена подготавливается и в какой-то степени определяется гормоном роста (СТГ), инсулином и глюкокортикоидами. Роды прекращают функцию фето-плацентарного комплекса с его стероидогенезом. Исчезновение из циркуляции плацентарного лактогена, снижение уровней эстрогенов и особенно прогестерона растормаживает секреторную активность пролактина. Усиливается и ускоряется синтез молочных белков и лактозы. В секреторных клетках молочной железы увеличивается число специфических пролактиновых рецепторов и исчезают рецепторы прогестерона. Последний блокирует способность пролактина индуцировать синтез собственных рецепторов

Для поддержания и развития лактации большое значение имеет ритмичное и достаточно полное опорожнение молочных желез. При сосании (сцеживании) нервные импульсы поступают в гипоталамо-гипофизарную систему. Происходит освобождение окситоцина из нейрогипофиза в кровь, с током которой он достигает миоэпителиальных клеток молочной железы, вызывая их сокращение. Молоко из альвеол выводится в протоки. Последующее освобождение

**Основной состав молозива**

Показатели	День лактации			Зрелое молоко
	2-3	4-5	6-7	
Белки (%)	5-6	2,5-2	2,1-1,5	1,0-1,5
Жиры	4	4	3,5-4	305-4
Углеводы	4,5	----	----	6,5-7,5
Минер. соли	0,4-0,5	----	----	0,2-0,3
Калорийность	150-80	75-70	67,5-60	65

Таблица1

Химический состав и физические свойства женского и  
коровьего молока

Показатель	М о л о к о	
	Женское	Коровье
Титрационная кислотность	5-9	17-18
Кислотность активная	6,7	6,8
Плотность	1,026	1,028
Величина жир. шариков(мл)	3 - 5	1 - 10
Время суточ. свертывания ч	11 - 12	0,5
Характер сгустка	Тонкие хлопья	Плотный сгусток
Сухие вещества (%)	12,7	12,7
СОМО-сух ост. молока (%)	9,2	8,5
Белки (%)	1,0-1,5	3,0-3,4
в том числе казеин (%)	0,7	2,5
Сывороточные белки (%)	0,8	0,7
в том числе альбумин	0,6-0,45	0,5
Глобулин	0,35	0,2
Жир (г%)	3,5	3,5-3,7
в том числе		
Насыщ.жир.кислоты(%к жиру):	44,3	55,1-65,6
Ненас.жир.кислоты(%к жиру)	55,7	44,9-34,4
в том числе		
Полиненасыщ.жир. кислоты	13,0-15,0	3,7-4,5
Молочный сахар (%)	7,0	4,5
Соли-зола (%)	0,2-0,3	0,7-0,8
в том числе		
Кальций (мг%)	35-40	115-120
Фосфор (мг %)	18 - 20	100
Отношение Са/Р	2:1	1,2:1
Железо (мг%)	0,2	0,1
Отношение К/Na	1:3(3,2)	1:2,5(3,0)
Калорийность (л)	670	660

от молока протоков и синусов железы благодаря рефлекторным реакциям, обеспечивает быстрое расслабление соскового сфинктера. Освобождение альвеол стимулирует секрецию молока. Расширяется капиллярная сеть и усиливается кровоснабжение молочной железы. Усиленный приток крови обеспечивает доставку кислорода, предшественников молока и гормонов к тканям молочной железы.

Для процесса лактопоза у женщин соматотропин не является необходимым.

Недостаточность коры надпочечников способствует развитию гипогалактии. Что касается механизма влияния гормонов коры надпочечников на лактопоз, то здесь еще много неясного. Роль минералкортикоидов, по-видимому, заключается в поддержании гомеостаза, в активном участии в обмене электролитов в клетках, в обеспечении стабильности ионного состава молока и его осмотичности к крови. Кортикостероиды обеспечивают в известной мере поддержание синтеза РНК, цитоплазматического белка и казеина а также активизацию некоторых ферментов в молочной железе.

Несмотря на неоднородность данных литературы о влиянии тиреоидных гормонов на лактацию (тиреоидактивные вещества использовались и для стимуляции, и для подавления лактации), значение адекватного функционирования щитовидной железы для лактопоза у человека несомненно. По - видимому, играет определенную роль факт воздействия тиреоидных гормонов на органы и системы, функционально связанные с молочной железой.

Паратгормон необходим для стимулирования максимальной продукции молока.

Роль инсулина в регуляции лактопоза получила заметное признание. Женщинам, больным сахарным диабетом, свойственна недостаточная секреция молока. Известно, что инсулин положительно влияет на липогенез в молочной железе.

Таким образом особенностью функционирования молочной железы является множественность каналов связи для передачи афферентной и эфферентной информации. Нарушение того или иного

пути компенсируется оставшимися связями, и деятельность молочной железы сохраняется.

В молочной железе в период лактации из составных частей крови и лимфы синтезируются специфические по своему составу белки, жиры, углеводы, а также гормоны, ферменты и другие вещества, необходимые для роста и развития ребенка.

В эксперименте на животных установлено, что каждая клетка молочной железы выделяет в секунду  $4 \cdot 10^6$  в шестой степени молекул лактозы,  $4,1 \cdot 10^6$  в шестой степени молекул жира,  $1 \cdot 10^6$  в четвертой степени молекул казеина.

Из белков в молочной железе образуются альфа- и бета-казеин, лактоальбумин, и бета - лактоглобулин. Иммуные глобулины и сывороточный альбумин поступают в молоко из крови. Источником жира, в частности, жирных кислот с длинной углеродной цепью, являются нейтральные жиры плазмы крови. Жирные кислоты с короткой цепью синтезируются клетками железы. Гидролитические ферменты молока - пепсиноген, трипсин, альфа-амилаза, липаза, синтезируются в молочной железе, а также секретируются в молоко из крови. Витамины и соли поступают в молоко из крови в готовом виде. Но этот процесс не является простой фильтрацией. Кальция, магния, фосфора содержится в молоке в несколько раз больше, чем в соответствующем объеме плазмы крови.

Таким образом, молочная железа является своего рода "биохимической лабораторией", где происходят интенсивные синтетические процессы.

Как уже говорилось, ведущую роль в регуляции лактации играет ЦНС. Л.Н. Воскресенским в лаборатории И.П. Павлова был доказан нервный механизм регуляции отделения молока, что впоследствии было подтверждено экспериментальными исследованиями и клиническими наблюдениями педиатров и акушеров.

Лактация зависит от многих факторов: состояния здоровья матери, режима, условий ее труда и отдыха. Большое влияние на величину лактации и качественный состав молока оказывает питание

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА МОЛОКА.** Определение производится с помощью ареометра. Для анализа молоко наливают в специальный цилиндр и по уровню погружения ареометра определяют удельный вес молока

Удельный вес коровьего молока – 1,028; женского молока – 1,026

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТРАЦИОННОЙ КИСЛОТНОСТИ МОЛОКА.** Титрационной кислотностью молока называют количество 0,1 Н раствора едкого натра необходимое для титрования по фенолфталеину 100 мл молока. В две конические колбы отмеривают пипеткой по 10 мл молока. Добавляют по две три капли фенолфталеина. Содержимое одной колбы титруют из микробюретки 0,1 Н раствором едкого натра до слабо – розовой окраски. Для того чтобы заметить появление этой окраски, цвет титруемой жидкости сравнивают с цветом молока в другой колбе. Титрационную кислотность вычисляют по пропорции:

$$a - 10 \text{ мл}$$

$$x - 100 \text{ мл}$$

где:

a – количество раствора едкого натра, пошедшего на титрование, мл.

10 – объем молока взятый для анализа, мл.

x – титрационная кислотность.

Кислотность женского молока – 5 – 9

коровьего – 17 – 18

ущерба для ребенка, что особенно важно в период становления лактации и при гипогалактии.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКА.** В пробирку, содержащую 4,5 мл смеси фолча, приливают 0,05 мл молока, тщательно встряхивают в течении 1 минуты, центрифугируют при скорости 3000 об/мин в течении 5 минут и супернатант сливают. К осадку добавляют 1 мл биуретового реактива, тщательно перемешивают и оставляют на 30 минут при комнатной температуре для развития реакции. Пробы фотометрируют против биуретового реактива на фотоэлектроколориметре при зеленом светофильтре.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРА.** В пробирку с 4 мл концентрированной серной кислоты по Савалю вносят 0,01 мл молока, тщательно перемешивают, ставят в кипящую водяную баню на 20 минут, после чего охлаждают водопроводной водой. 0,2 мл гидролизата переносят в другую сухую обезжиренную пробирку, добавляют 2 мл фосфованилинового реактива и оставляют на 1 час. Пробу колориметрируют при зеленом светофильтре против контрольной пробы, которую обрабатывают так же, как и опытную, только вместо 0,01 мл молока берут 0,01 мл дистиллированной воды.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕВОДОВ.** 0,01 мл молока приливают в пробирку с 1 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают. Из полученного разведения молока отбирают 0,2 мл переносят в другую пробирку, добавляют 2,3 мл антронового реактива, перемешивают, помещают в кипящую водяную баню на 15 минут и затем охлаждают водопроводной водой. Пробу колориметрируют при красном светофильтре против контрольной пробы, которую готовят смешиванием 0,2 мл дистиллированной воды с 2,3 мл антронового реактива с последующим нагреванием и охлаждением, как и в опытной пробе.

Для расчета количества белка, жира и углеводов в исследуемой пробе молока используют калибровочные графики, построенные на основании определения по выше изложенной методике указанных веществ в эталонных растворах.

матери во время беременности и в период кормления грудью. Питание кормящей женщины должно быть разнообразным, содержать полноценный белок, жир, минеральные соли, микроэлементы витамины. Особенно важное значение имеет поступление достаточного количества белка, который является источником для синтеза молочного белка, а также для образования ферментов, гормонов, иммунных тел.

Принято считать, что для синтеза 1г белка молока требуется 2г белков пищи. В связи с этим содержание белка в рационе кормящей женщины должно быть повышено в два раза по сравнению с количеством белка, выделенного с молоком за сутки. В соответствии с существующими в настоящее время рекомендациями, количество белка в суточном рационе кормящей женщины должно составлять не менее 110-120г, углеводов 480-520г. Количество жидкости в период лактации должно быть несколько увеличено. Суточное, потребление молока кормящей женщиной должно составлять 600-1000 мл, преимущественно в виде кисломолочных продуктов. Потребность в минеральных солях у женщин в период лактации увеличивается примерно в 2-2,5 раза. Для не кормящей женщины суточная потребность в кальции составляет 800г, в фосфоре - 1600мг, в магнии 500мг, для кормящих соответственно - 1900, 3800 и 1250 мг. В связи с этим, необходимо в диету кормящих женщин включать больше овощей, фруктов, зелени, плодов и ягод. Включение овощей и фруктов в рацион матери целесообразно также в связи с содержанием в этих продуктах пектиновых веществ, органических кислот, витаминов и пр.

В связи с усилением обменных процессов в организме женщины в период лактации, имеется необходимость повышенного введения витаминов, особенно витамина С,Е,А, группы В и др. Известно, что увеличение поступления с пищей витаминов повышает их содержание в грудном молоке. Доказано влияние также витаминов (витаминов А,С,РР и группы В) на величину лактации и качественный состав молока.

Суточный рацион кормящей женщины должен содержать не менее 120 мг аскорбиновой кислоты, 6600 мЕ витамина А, 3 мг

витамина В1, 4 мг витамина В6. Рекомендуется также включение в рацион кормящих женщин растительных масел как источника полиненасыщенных жирных кислот, частично переходящих в грудное молоко.

Большое влияние на лактацию оказывают общий режим матери, условия труда и отдыха. Совершенно необходимыми являются нетяжелая работа, связанная с движением; достаточный сон не только в ночные, но и в дневные часы; пребывание на свежем воздухе.

Грудное молоко, вырабатываемое молочными железами является лучшей пищей, обеспечивающей всестороннее правильное развитие грудного ребенка. Оно содержит все необходимые питательные вещества - белки, жиры, углеводы, витамины, соли, и микроэлементы - в таких количествах и соотношениях, которые наиболее полно удовлетворяют потребности быстро растущего детского организма. Кроме того, сырое женское молоко содержит ферменты, которые при попадании с молоком в пищеварительный тракт дополняют действие ферментов пищеварительных соков ребенка. В нем содержатся гормоны, которые принимают участие в обменных процессах и, наконец, иммунные глобулины, имеющие значение для защитных функций организма ребенка.

В организме взрослого человека имеется определенное равновесие между процессами синтеза и распада, а в растущем организме ребенка преобладают процессы синтеза. Для осуществления процессов синтеза, поддержания основных функций организма, его роста, осуществления мышечной работы и т.д. необходим постоянный приток энергии. Организм получает энергию за счет той, которая освобождается при расщеплении белков, жиров и углеводов, поступающих с пищей в организм.

Чем младше ребенок, тем больший приток энергии требуется для возмещения энергетических затрат, связанных с его интенсивным ростом, развитием и обменом веществ.

В связи с этим, растущий организм ребенка быстро реагирует на недостаточное по количеству или неполноценное по составу

содержит многообразные биологически активные и защитные факторы, тем не менее даже среди детей, вскармливаемых материнским молоком, встречаются такие, которые недостаточно прибывают в массу, плохо развиваются. В этих случаях врач-педиатр так называемый расчет питания, то есть высчитывает получаемое ребенком с пищей количество основных нутриентов (белков, жиров, углеводов), сравнивают его с должным и вносит необходимую коррекцию в питание, исходя из средних цифр количественного содержания белков, жира и углеводов в женском молоке. В то же время, состав женского молока довольно вариабелен и зависит от ряда экзо- и эндогенных факторов. Это делает необходимым, осуществляя расчет питания ребенку, в рацион которого входит женское молоко, в каждом конкретном случае проводить анализ этого молока на содержание в нем основных нутриентов.

Известны способы определения белка, жира и углеводов в молоке, по которым белок определяется в альбуминометре или методом Къельдаля, жир - бутирометрически или путем центрифугирования, углеводы - титрованием раствором Бенедикта. Недостатками указанных способов является их невысокая специфичность и точность, значительная трудоемкость и потребность в относительно большом количестве молока.

Известен также способ определения белка в молоке биуретовым методом. В этом случае, молоко без всякой предварительной обработки добавляется к биуретовому раствору с последующим колориметрированием образовавшегося цветного комплекса. Однако при такой постановке реакции с биуретовым реактивом взаимодействует не только белок, но и содержащиеся в молоке в большом количестве жирные кислоты, в связи с чем результаты исследования завышаются. Существует удобный способ определения белка, жира и углеводов в молоке с использованием высокоспецифичных химических реакций, выполнимый в условиях биохимических лабораторий любого лечебно-профилактического учреждения. Требуемый для исследования микрообъем женского молока позволяет осуществлять многократное исследование без

состоящий из 53 аминокислот. Обнаружен он в плазме, слюне, моче, амниотической жидкости и молоке. **эфр** ингибирует секрецию желудочного сока, стимулирует рост клеток в культуре, является сильно действующим митогеном, вызывающим клеточную пролиферацию *in vivo*, повышает пролиферацию и дифференциацию эпидермиса.

Установлены широкие индивидуальные колебания концентрации иммунореактивного **эфр** в молоке (в среднем 80 нг/мл). Общее количество **эфр** полностью коррелирует с объемом выделенного молока. Продукты детского прикорма не содержат **эфр**. **эфр** стабилен к действию кислоты и относительно резистентен к трипсину. Таким образом, **эфр**, присутствующий в молоке, может служить важным фактором, обеспечивающим нормальное созревание кишечника новорожденного-сосунка

**Эритропоэтин (эп)**. Впервые наличие **эп** в молоке крыс и мышей показано Grant. В последующих исследованиях было наглядно продемонстрировано, что **эп** транспортируется с молоком, адсорбируется в желудочно-кишечном тракте в активной форме и стимулирует эритропоэз у сосунков. Кроме того, **эп** молока может действовать и на уже дифференцированные эритроидные клетки, влияя на их созревание и синтез гемоглобина. Следовательно, **эп**, присутствующий в высокой концентрации у анемичных самок, поступает с молоком сосункам и вызывает стимуляцию эритропоэза у них.

Таким образом, можно отметить, что грудное молоко очень сложная биологическая жидкость, отражающая все метаболические процессы, протекающие в организме лактирующей матери.

В целом, все эти данные свидетельствуют о том, что и после родов в раннем посленатальном периоде сохраняется осуществляемая через молоко связь между матерью и обменными процессами в организме новорожденных.

Хотя молоко в наибольшей степени соответствует потребностям развивающегося организма по качественному и количественному составу основных пищевых ингредиентов и

питание изменением важнейших своих функций - отставанием развития, роста, снижением естественных защитных сил, ослаблением приобретенного иммунитета. Поэтому пища для детей раннего возраста должна быть полноценной по составу основных компонентов - белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов, отвечать возрастным физиологическим потребностям организма.

Грудное молоко отличается от коровьего и молока других видов животных прежде всего количеством и качеством белка. Несмотря на то, что белки женского и коровьего молока представлены одними и теми же аминокислотами, количественное содержание всех аминокислот в них различно. Эти различия определяют качество и структуру белков, свойственных только данному виду молока.

**Белки.** Из составных частей пищи белки имеют самое большое значение для организма человека, так как являются основой структурных элементов всех клеток и тканей. С их участием осуществляются все функции организма - рост, обмен веществ, мышечная деятельность, психическое развитие и т.д. Они не могут быть заменены никакими другими компонентами пищи.

Для детей в первые месяцы жизни единственным источником белков является материнское молоко. Оно содержит от 1 до 1,5% белков, в коровьем - 2,8 - 3,4%. Белки женского молока полноценны, по составу и соотношению незаменимых аминокислот, они очень близки к белкам организма ребенка и поэтому очень хорошо усваиваются. В течении первых 4,5-5 месяцев жизни грудное молоко в основном покрывает потребность растущего организма в пластическом материале.

Белок женского молока богат альбумином и иммунными глобулинами. В коровьем молоке преобладает казеин. По некоторым данным, казеин в этих видах молока также не идентичен: в женском он находится в форме бета-казеина, в коровьем - в форме альфа-казеина. Белки женского молока быстро расщепляются в условиях низкой кислотности желудочного сока у грудных детей и легко усваиваются. Белки коровьего молока расщепляются медленнее, требуют

значительного напряжения пищеварительных органов ребенка, при пищеварении они дают значительную массу остатков. Поэтому коровье молоко подвергают изменениям, применяют различные способы его обработки для облегчения расщепления белков, добиваясь улучшения усвояемости его организмом ребенка. В грудном молоке соотношение между белками, жирами и углеводами особенно благоприятное, оно составляет примерно 1:3:6. В искусственных молочных смесях это соотношение изменяется в связи с более высоким содержанием в них белков. Поэтому при искусственном вскармливании соотношение между белками, жирами и углеводами соответствует 1:1,7(1,3):3,3(3).

При нарушении этих соотношений, особенно в сторону избыточного содержания жира в рационе, усвоение белков снижается, у ребенка ухудшается аппетит. При недостаточном содержании жира в пище белки в организме ребенка могут использоваться непродуктивно; часть их будет расходоваться не по назначению - для пластических целей, а для покрытия энергетической потребности организма. При правильном соотношении в рационе между белками, жирами и углеводами последние оказывают оберегающее действие на расход белка в организме и способствуют максимальному использованию его для пластических целей. При сгорании 1г белка выделяется тепловая энергия, равная 5,3 ккал.

**Жиры.** Биологическая ценность жира прежде всего заключается в его высокой калорийности. При сгорании 1г жира выделяется энергия, равная 9,3 ккал. Вместе с жирами ребенок получает жирорастворимые витамины - А, D, Е, которые имеют важное значение для нормального роста, обмена веществ, сохранения и укрепления здоровья детей. Кроме того, с жирами в организм поступают и такие биологически важные вещества, как фосфатиды - лецитин и входящий в его состав холин; а также стерины - холестерин.

Фосфатиды способствуют лучшему перевариванию и правильному обмену жиров. Лецитины и холин обладают липотропным действием, они препятствуют накоплению жира в печени. Холин образуется также в организме из незаменимой

становлении протеолитической активности желудочно-кишечного тракта новорожденных.

Природа иммунореактивного кальцитонина в молоке неясна, однако его высокая концентрация позволяет предполагать его локальную продукцию тканью молочной железы. Наряду с гормонами, в настоящее время, в молоке показано наличие таких биологически активных веществ, как простагландины (ПГ) (PGE и PRF2 альфа), циклические нуклеотиды (цАМФ и цГМФ), эритропоэтин, эпидермальный фактор роста.

**Простагландины ПГ.** Интерес к изучению ПГ был вызван тем, что они могут играть важную роль в приспособлении различных физиологических систем новорожденных в период адаптации к внеутробной жизни. Природа ПГ в молоке неясна. Они могут локально синтезироваться в молочной железе. Концентрация ПГЕ2 колебалась от 6 до 130 рг/мл, ПГГ2 альфа - от 221 до 793 рг/мл. Столь значительные колебания уровня ПГ в молоке зависели от времени сбора молока и периода лактации. Анализ продуктов прикорма, изготавливаемых на коровьем молоке, показал полное отсутствие в нем ПГ.

**Циклический амф.** Содержание цАМФ изучали в молоке женщин и крыс и в желудочном содержимом крысят. Средние концентрации цАМФ и цГМФ в экстрактах цельного молока женщин - 83,3 и 15,1 нмоль/мл соответственно. Концентрация цАМФ в молоке крыс - 128 нмоль/мл, а в желудке крысят - 84,0 нмоль/мл; уровень цАМФ в плазме крови крыс и крысят - соответственно 23 и 27 нмоль/мл. Не выявлено отчетливых изменений содержания указанных соединений с 5-й по 15-ю минуты кормления, в течение суток и всего периода лактации. Исследовано содержание цАМФ и в самой ткани молочной железы.

**Эпидермальный фактор роста (эфр).** В настоящее время большой интерес проявляется к изучению содержания в молоке ЭФР. Его наличие в молоке доказано в опытах: добавление молока стимулировало синтез ДНК в культуре клеток, в которых рост был искусственно приостановлен. По своей природе ЭФР - петид,

крови. Концентрация его постепенно падает в процессе родов и через 24 часа после родов ПЛЧ не определяется.

**Инсулин.** Показано присутствие иммунореактивного инсулина в молоке человека. В последующих исследованиях было показано, что концентрация инсулина в секрете молочной железы в конце беременности составляет 114,6 нг/мл, после родов она значительно снижается и к 5-му дню после родов достигает 21 нг/мл.

У женщин, которые прекратили грудное кормление, концентрация инсулина в молоке увеличивается до 56 нг/мл. У женщин, страдающих галактореей, уровень инсулина в секрете молочной железы был, по данным тех же авторов, 19,26 нг/мл. Авторы считают, что изменения концентрации инсулина, как и ТТГ и ГР, в молоке связаны с изменениями секреторной активности молочной железы и проницаемости ее для различных веществ.

Показано, что содержание инсулина в молоке женщин, свиней и коров соответствует таковому в сыворотке крови. Уровень инсулина был высоким в перинатальном периоде, затем быстро или постепенно снижался. Поступление инсулина в молочную железу и молоко коррелирует с концентрацией его в крови. Столь значительное количество инсулина в молоке позволяет предположить, что он играет определенную физиологическую роль для потомства.

Интересное сообщение о содержании инсулина в плазме лактирующих крыс. По мере возрастания срока лактации концентрация инсулина в крови заметно снижалась. Отнятие крысят от матери приводило к резкому увеличению уровня инсулина в крови, что, по мнению авторов, свидетельствовало о транспорте инсулина в молоко. Кроме того, авторы предположили, что образование молока может тормозить секрецию инсулина бета - клетками поджелудочной железы.

**Кальцитонин.** Иммунореактивный кальцитонин обнаружен в молоке женщин в концентрации 1,3 нг/мл, что в 10-40 раз больше, чем в сыворотке крови. Наиболее высоко его содержание в молозиве, затем оно снижается в течении 1-й недели после родов. Авторы предполагают, что кальцитонин играет важную роль в

аминокислоты - метионина, который в большом количестве содержится в таких богатых белком продуктах, как творог, сыр, рыба. Этим определяется особая важность метионина для организма здорового ребенка и тем более больного, страдающего заболеванием печени.

Выполняя функции поставщика энергии, жиры одновременно входят в структурные образования всех тканей организма, а также откладываются в депо, в жировой клетчатке. В виде комплексных соединений с белками, они входят в состав мембран клеток, ядер и других субклеточных структур, принимают участие в регулировании поступления внутрь клеток воды, солей, углеводов, аминокислот и удаления из них продуктов обмена. Дефицит жира в пище через более или менее продолжительное время приводит к истощению жировых запасов организма, ослаблению иммунитета и, следовательно, к понижению сопротивляемости случайным инфекциям.

При недостаточном содержании жира, потребность организма в калориях покрывается преимущественно за счет углеводов и частично за счет белков пищи. При таком непродуктивном расходе белков возрастает потребность организма ребенка в белках и незаменимых аминокислотах.

В жире женского молока содержится 53,5% ненасыщенных жирных кислот, в том числе линолевой в среднем - 9,23% линоленовой - 0,3 - 1,4%, арахидоновой - 0,5 - 2%, остальное приходится на долю олеиновой кислоты. В коровьем молоке сумма ненасыщенных жирных кислот меньше, чем в женском - 30,9%, при этом на долю линолевой кислоты приходится 0,5 - 4,4%, линоленовой - 0-1,2%, арахидоновой - 0-2%.

Жир женского молока для ребенка является идеальным, так как в нем сосредоточены все важнейшие компоненты - полиненасыщенные жирные кислоты, фосфатиды, жирорастворимые витамины А каротин, D, E, определяющие его биологическую полноценность и высокую усвояемость.

Ввиду большого значения полиненасыщенных жирных кислот для детского организма, в последние годы при разработке молочных продуктов заменителей женского молока предусматривается обогащение их жирового компонента этими веществами за счет введения в состав продуктов небольших количеств высококачественных растительных масел. При этом, одновременно ликвидируется и недостаток витамина Е, имеющийся в жире коровьего молока.

Эти особенности химического состава жира женского молока и наличие липаз определяют высокую его усвояемость. По некоторым данным, под влиянием липаз, содержащихся в женском молоке, около 25% жира расщепляется уже в желудке ребенка, то есть еще до поступления в двенадцатиперстную и тонкую кишку. Объясняется это высокой концентрацией и активностью липаз, которые в 20-25 раз активнее липаз, содержащихся в свежем коровьем молоке. При кипячении молока липазы в нем разрушаются.

**Углеводы** Основная функция, которую выполняют углеводы пищи - снабжение организма энергией. Тепловая энергия образуется в результате непрерывно протекающих процессов окисления с образованием конечных продуктов обмена - воды и углекислоты, которые выводятся из организма. Большая часть углеводов, поступающих с пищей, сгорает в процессе жизнедеятельности организма, меньшая их часть превращается в гликоген. Потребность в углеводах у детей зависит от возраста и от энергетических трат организма. Быстрый рост детей связан с большим потреблением энергии для синтетических процессов, особенно для синтеза белка. Кроме того, детям свойственна большая подвижность и, следовательно, значительный расход тепловой энергии. Поэтому организм ребенка нуждается в постоянном притоке питательных веществ, которые быстро расщепляются и усваиваются, снабжая его необходимой энергией.

Для детей грудного возраста белки пищи практически не являются источником энергии, так как после расщепления до аминокислот они используются в основном для синтеза собственных

йодистые компоненты молока, и показали, что с молоком новорожденные получают йод, в основном в форме йодида, не связанного с гормонами, и лишь незначительная часть его поступает в гормональной форме. Таким образом, высокий уровень Т4 у новорожденных обеспечивается только высокой активностью их собственной щитовидной железы. Концентрация ТСГ в молоке оказалась почти в 10 раз ниже, чем в сыворотке. Тироксинсвязывающая способность белков молока заметно снижалась в течение 1-й недели лактации и была достоверно ниже таковой в сыворотке крови.

На нашей кафедре мы исследовали женское молоко а также молоко крыс, кроликов, коров и продукты детского прикорма. Установлено, что содержание Т4 в молоке и сыворотке крови крыс и кроликов мало различается. В коровьем же молоке и продуктах детского прикорма, приготовленных на его основе, Т4 либо во-обще не обнаруживали, либо находили лишь его следовые количества. Получены также данные о том, что Т4, поступающий в желудочно-кишечный тракт новорожденных-сосунков с молоком матери, преодолевает гастроинтестинальный барьер, попадает в кровеносное русло потомства, включается в тиреоидный баланс и обменные процессы развивающегося организма и играет важную роль в формировании ферментных систем пищеварительного тракта.

Таким образом, данные, полученные при определении Т3, Т4 и р - Т3 в молоке млекопитающих, далеко не однозначны. Однако некоторые общие выводы все же можно сделать. Данные литературы свидетельствуют о значительной вариабельности содержания Т3 и Т4 в молоке, что, вероятно, связано с различиями методов экстракции и определения, используемыми в разных лабораториях. Тиреоидные гормоны в коровьем молоке и приготовляемых из него продуктах детского питания отсутствуют. Окончательно не выяснены вопросы о роли тиреоидных гормонов в развитии новорожденных.

**Плацентарный лактоген** человека (ПЛЧ). Концентрация ПЛЧ изучена у беременных женщин. Эти авторы показали, что уровень ПЛЧ почти в 10 раз ниже в секрете молочной железы, чем в сыворотке

Эта находка положила начало целому ряду исследований уровня тиреоидных гормонов, их секреции в молоко в течение суток и выяснению их роли в развитии нормальных и особенно гипо- и атиреоидных новорожденных. При исследовании концентрации Т4, Т3 и реверсивного Т3 (р-Т3) в человеческом молоке в различные периоды лактации обнаружено, что содержание Т4 в молоке женщин очень низкое или даже неопределяемое в рамках чувствительности метода, в то время как уровень Т3 составляет 68-148нг/100 мл и более. Не возможность определить Т4 в пробах молока авторы объясняют высокой перекрестной реакцией антител к Т4 с антителами к Т3. Широкий предел колебаний уровня Т3 обусловлен, по их мнению, различиями во время взятия проб молока, в питании и другими причинами. Средний уровень р-Т3 в молоке составил, по их данным, 20 нг/100 мл и в различные периоды лактации не менялся. Не выявлено также никакой связи между уровнем Т3 и р-Т3. Мнение других авторов о том, что Т3, поступаая с молоком матери, может смягчать гипотиреозидизм у младенца, однако его количество недостаточно, чтобы полностью предупредить развитие заболевания Varma и соавт.

Другой точки зрения придерживаются Sato и соавт., исследовавшие различными методами уровень Т3 и Т4 в молоке женщин. Ни в одной из исследованных ими проб молока Т4 не обнаружен. Напротив, Т3 выявлялся в большинстве проб и средний его уровень составлял 10 нг%. р-Т3 не удалось обнаружить в 76 пробах молока. На основании этого авторы сомневаются в пригодности методов, используемых для определения Т4 в сыворотке крови, для исследования этого гормона в молоке, и считают, что проницаемость тиреоидных гормонов через молочную железу различна для Т3 и Т4, как это имеет место в плаценте. Таким образом, грудное вскармливание не может быть источником Т4 для новорожденных, и при врожденном гипотиреозе необходимы своевременная диагностика заболевания и раннее начало эффективного лечения.

Сходные данные получены Vigorous и соавт., которые, используя методы радиохроматографии на бумаге и колонке, изучали

белков организма. Потребность их в энергии удовлетворяется главным образом за счет сгорания жиров и углеводов, причем по мере роста ребенка, количество потребляемой энергии все больше приходится на долю углеводов. Этим в значительной степени объясняется возрастающая потребность в углеводах у детей в возрасте старше года. Для правильного течения энергетического и пластического обменов очень важно, чтобы в пище было достаточно белка и сохранялось правильное соотношение между жирами и углеводами.

Для образования необходимого запаса гликогена в печени при недостаточном количестве углеводов, служат отдельные аминокислоты. Это приводит к повышенному распаду белков в организме и к увеличению потребности в них.

Сахар в женском молоке содержится в количестве 6,5-7%, представлен он бета-лактозой. В коровьем молоке содержится альфа-лактоза, количество ее равно 4-4,5%. Лактоза не только является источником энергии в организме, она также оказывает влияние на пищеварительные процессы и характер микрофлоры кишечника. Для здорового грудного ребенка, находящегося на естественном вскармливании, характерна кишечная микрофлора с большим преобладанием грамположительных бифидобактерий. Наличие бифидофлоры в кишечнике имеет большое значение для организма грудного ребенка. Она подавляет рост кишечной палочки и обладает выраженными антагонистическими свойствами по отношению к другим патогенным возбудителям. Бифидобактерии принимают активное участие в ферментативных процессах и в синтезе некоторых звеньев витаминов группы В. Считается, что они обладают способностью вырабатывать вещества, подобные антибиотикам.

При вскармливании детей смесями из коровьего молока микрофлора кишечника характеризуется значительным разнообразием, количество молочнокислых бактерий в ней уменьшено и преобладает кишечная палочка.

Способность женского молока стимулировать рост бифидофлоры в кишечнике грудного ребенка до последнего времени объясняли благоприятным сочетанием в нем составных частей и

наличием бета-лактозы, которая в процессе пищеварения медленно расщепляется и поддерживает этим в кишечнике рН среды, равную 5,0-5,8, оптимальную для роста бифидобактерии. Сейчас установлено, что при добавлении в молочные смеси вместо свекловичного сахара рафинированной альфа - лактозы до общего содержания углеводов 6,7-7%, отмечается сдвиг рН испражнений в кислую сторону, однако количество бифидобактерий при этом хотя и увеличивается, но не преобладает, как при естественном вскармливании. Оказалось, что для развития бифидофлоры в кишечнике важное значение имеют и другие углеводы - поли и олигоаминосахара, общее количество которых в женском молоке составляет 0,4%. В коровьем молоке содержание их незначительно, в 40 раз меньше по сравнению с женским молоком. В числе поли и олигоаминосахаров, находящихся в женском молоке, с помощью хроматографического метода было выявлено 14 различных углеводов, среди них бифидогенными свойствами обладает бета-галактозидфруктоза. Это вещество названо бифидум-фактором женского молока. В настоящее время получен углевод лактулоза, которая близка по своим свойствам бета-галактозидфруктозе. Лактулоза привлекает внимание многих исследователей как возможная углеводная добавка к молочным смесям - заменителям женского молока, с целью направленного воздействия на рост бифидофлоры в кишечнике детей, находящихся на искусственном вскармливании.

Дисахариды - декстрин и мальтоза - также обладают способностью положительно влиять на состав микробной флоры кишечника.

В женском молоке наряду с белками, жирами и углеводами содержатся все необходимые для ребенка минеральные вещества, микроэлементы и витамины.

**Минеральные вещества.** Значение минеральных солей для организма очень велико, так как они не только участвуют в образовании костной ткани, но и являются регуляторами важнейших процессов обмена на клеточном уровне. Они принимают участие в регуляции кислотно-щелочного равновесия, поддерживая на

значительное количество бутанолэстрагируемого йода в снятом молоке.

В более ранних работах, используя высокочувствительный и высокоспецифичный метод определения Т4, основанный на конкурентном связывании меченого и немеченого (эндогенного) гормона с белками, изучали содержание Т4 в молоке крыс в норме и после тиреоидэктомии. Оказалось, что в норме концентрация Т4 в молоке такая же, как и в сыворотке, после тиреоидэктомии она заметно уменьшалась и в сыворотке, и в молоке.

Позднее, при изучении влияния Т4, введенного матерям, на постнатальное поглощение J-131 щитовидной железой частично тиреоидэктомированного потомства было показано, что компенсаторная стимуляция поглощения J-131, возникающая в ответ на тиреоидэктомию, подавлялась у крысят, матери которых получали тироксин. Обобщая результаты этих экспериментов, можно заключить, что тиреоидные гормоны переходят в грудное молоко, поступают с ним в организм сосунков и, возможно, оказывают регулирующее влияние на функцию их щитовидной железы.

К такому же выводу пришли исследователи, изучавшие уровень Т4 и Т3 в грудном молоке человека и приматов. Они показали, что концентрация Т4 и Т3 в молоке женщин и приматов составила 1,3 мкг% и 301 нг%, а в сыворотке крови - 3 мкг% и 204 нг% соответственно. Кроме того, при исследовании молока женщин было выявлено, что уровень этих гормонов значительно возрастает с увеличением срока лактации, по мере перехода от молозива к зрелому молоку. Таким образом, эти данные указывают на то, что тиреоидные гормоны в значительном количестве секретируются в грудное молоко женщин и приматов и могут оказывать определенное действие на развивающийся организм новорожденных сосунков. Наряду с исследованиями человеческого и крысиного молока был проведен анализ коровьего молока и продуктов детского прикорма, приготовляемых на его основе. Оказалось, что содержание Т4 в коровьем молоке и продуктах детского прикорма предельно низкое и сомнительное.

Данные об уровне ТЗ и Т4 в человеческом, крысином и коровьем молоке широко варьируют. Первые показания на возможность переноса тиреоидных гормонов с молоком от лактирующей матери к сосущим детенышам появилось в 60-е годы. Было показано, что Т4 появляется после внутривенного введения в крысином молоке, причем содержание Т4 составляло 38-74% от такового в плазме. Содержание ТЗ в молоке было выше, чем в плазме, по-видимому, из-за низкого сродства белков - носителей плазмы к связыванию ТЗ.

Другие авторы не обнаружили йодтиронины в молоке женщин, однако описали компонент F, идущий в начале хроматограммы перед ТЗ. Подобный компонент появлялся в крысином и кроличьем молоке после введения высокой дозы J-131. Все эти авторы использовали кислотно-спиртовую экстракцию при очень низких значениях рН. В 1969 г. было показано, что при кислотно-спиртовой экстракции образуются модификаты ТЗ и Т4, которые выявляются у фронта хроматограммы. Учитывая эту особенность, Strbak и соавт. при хроматографическом разделении йодистых компонентов молока использовали процедуру подщелачивания, в следствии чего радиоактивность в области быстро идущего компонента F исчезала с одновременным увеличением активности пятна йодтиронинов на хроматограмме. По-видимому, ошибка предыдущих авторов при выявлении йодтиронинов в молоке состояла в том, что они использовали кислотную экстракцию, и, вероятно, фактор F, обнаруженный ими был спиртовым эфиром ТЗ и Т4.

Установлено наличие очень малого количества бутанолэкстрагируемого йода в обезжиренном молоке. Однако Strbak и соавт., исследуя концентрацию Т4 в липидной и водной фазах молока, показали, что Т4 концентрируется главным образом в липидной фазе, которая составляет лишь небольшой процент от общего объема молока. Сумма же концентраций Т4 в обеих фазах хорошо сравнима со значением, получаемым при анализе цельного молока. Возможно, Т4 связывается с липопротеиновыми компонентами молока и, по-видимому, этим можно объяснить неудачную попытку обнаружить

определенном уровне осмотическое давление крови и других биологических жидкостей, а также рН крови и клеток тканей, оказывают влияние на проницаемость клеточных мембран, усиливают или подавляют активность многих ферментных систем.

В зависимости от количества минеральных элементов, которые нужны для достаточного обеспечения всех жизненно важных процессов в организме, минеральные соли принято делить на макроэлементы и микроэлементы. К макроэлементам относятся кальций, фосфор, калий, натрий, магний и др. Потребность организма в них выражается в граммах и килограммах. К микроэлементам относятся кобальт, медь, йод, цинк, марганец, фтор и др. Потребность в них исчисляется в долях миллиграмма или гаммах. Железо занимает промежуточное положение между макро- и микроэлементами.

Недостаточное поступление солей с пищей или значительная потеря их при некоторых заболеваниях могут быть причиной тяжелого состояния и гибели детей. Недостаток или избыток микроэлементов в пище приводит к тяжелым нарушениям в организме.

Для нормального роста и осуществления процессов жизнедеятельности организма необходимо поступление с пищей соответствующих количеств минеральных элементов, причем в строго определенных соотношениях.

Дети, в связи с их интенсивным ростом, нуждаются в относительно большем количестве кальция и фосфора, чем взрослые.

Роль кальция в организме многообразна. Основная часть его (97%) находится в костях, и только 3% принимает участие в остальных процессах в организме. Кальций уплотняет стенки кровеносных сосудов, поддерживает тонус нервной системы, является активатором свертывающей системы крови и многих клеточных ферментов, усиливает диурез. Потребность в кальции высокая в течении всего периода роста ребенка, особенно в раннем возрасте. В первый год жизни она составляет около 1г в сутки.

Фосфор откладывается в костях и зубах, он входит в состав клеточных ферментов, определяя их активность, является носителем

потенциальной энергии аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и креатин - фосфата, играет важную роль в осуществлении функций мышечной и нервной систем. Оптимальное усвоение фосфора наблюдается при соотношении его с кальцием в пище (в суточном рационе) 1:1,3(1,5). Таким образом, дети раннего возраста должны получать не менее 1,3-1,5 г фосфора в сутки.

Натрий и калий играют важную роль в поддержании осмотического давления и регуляции водно-солевого обмена. Продукты растительного происхождения богаты калием, особенно много его в капусте, моркови, картофеле, изюме. Натрий содержится в продуктах в небольшом количестве и поэтому его добавляют в пищу в виде поваренной соли.

При вскармливании женским молоком, дети, в первые месяцы жизни, получают в среднем в сутки 0,135г натрия, 0,450г калия, при вскармливании коровьим молоком - 0,350г натрия, 1,270г калия, при ионитном молоке - 0,404г натрия, 1,599г калия.

Таким образом, при вскармливании продуктами из коровьего молока, в организм ребенка калий поступает в большем количестве, чем при естественном, но все же в меньшем, чем указанная норма. Умеренно повышенное содержание калия в искусственных молочных смесях оказывает положительное влияние на усвоение белка.

Железо необходимо для кроветворения. Входя в состав гемоглобина и цитохромной системы, оно принимает участие в окислительных процессах. Потребность в железе у детей раннего возраста составляет 7-8мг в сутки. В женском молоке содержится от 0,2 до 0,8 мг% железа, в коровьем- в 2-3 раза меньше.

В женском молоке содержится 0,8-0,4 гама кобальта и 0,5мг меди, в коровьем - примерно в 2-3 раза меньше. Потребность в меди у детей раннего возраста составляет 1-2 мг в сутки.

**Витамины.** Витамины, как и микроэлементы, поступают в организм в незначительных количествах, но нормальная жизнедеятельность его резко нарушается при недостатке в пище хотя бы одного из них. Поэтому биологическая полноценность пищи, наряду с достаточным содержанием белков, жиров, углеводов и

время известно, что содержание эстрогенов зависит от времени года и жирности молока. Большая часть эстрогенов молока находится в конъюгированной форме. Содержание эстрогенов в молоке женщин в течение первых нескольких недель лактации намного превышает таковое в коровьем молоке. Концентрация 17бета-эстрадиола в молоке лактирующих буйволиц в 2-3 раза выше, чем в сыворотке крови. Известно также, что эстрогены используются в качестве контрацептивных препаратов. Основываясь на этом, Molen и соавт. подсчитали, что новорожденные в день выпивают с молоком в общей сложности около 8 мкг стероидов и их метаболитов.

**Прегнандиол.** Вероятно, этот стероид не присутствует в каком-либо ощутимом количестве в молоке коров, однако имеется в молоке женщин. Неонатальную желтуху новорожденных связывают с присутствием этого стероида в молоке женщин.. Agias и соавт. впервые сообщили, что грудное молоко матерей кормящих новорожденных с пролонгированной гипербилирубинемией, прямо ингибирует формирование аминофенолглиукуронида и билирубин глиукуронида *in vitro*. Позднее эти же авторы показали, что неконъюгированная гипербилирубинемия может быть вызвана в очень раннем возрасте у нормально рожденных детей путем перорального введения матерям 1 мг в день прегнан - 3 - альфа, 20 - бета - диола, который, как описано ранее, секретировался в грудное молоко. Этот тип неонатальной желтухи легко обратим и пропадает сразу, как только новорожденного переводят на питание прикормом из коровьего молока.

**Андрогены.** Наличие андрогенов в молоке женщин и коров показано рядом авторов. Определено количество тестостерона методом РИА. Концентрация свободного тестостерона в молоке была менее 50нг/мл в эструсе и в 3 раза выше в лютеальной фазе цикла. Отношение свободного и конъюгированного тестостерона в молоке, как и в плазме, составило 1:1.

**Тиреоидные гормоны.** Тиреоидным гормонам принадлежит ведущая роль в обмене веществ в следствии выраженного регулирующего влияния на основные его функции.

изучали для нужд ветеринарии. Так, для раннего наступления беременности у коров рекомендуется поддерживать высокие концентрации ПР в молоке в течении 19 дней или более после отела.

**Пр.** Относительно концентрации ПР в молоке существуют большие разногласия, связанные главным образом с методическими осложнениями при его сборе и хранении. Показано, что концентрация ПР в молоке в 2-4 раза выше, чем в плазме крови.

Хорошо известно, что жирность молока зависит от времени лактации. Установлена также положительная корреляция между жирностью молока и количеством ПР, причем наблюдается следующая корреляция: низкая концентрация ПР в снятом (обезжиренном) молоке, повышенная в цельном и экстремально высокая в масле.

Учитывая цикличность изменений половой функции, широко используется определение уровня ПР в молоке в качестве контроля репродуктивной функции у коров. Низкий уровень ПР в молоке свидетельствует о том, что кобылы и буйволицы не беременны.

У женщин уровень ПР в секрете молочной железы в конце беременности составляет 148 нг/мл, а сразу после родов (24 часа) снижается до 25 нг/мл. Поскольку ПР используется в клинике как вещество, способное вызывать контрацептивное действие, ряд исследований был посвящен изучению возможности биологического эффекта на организм ПР, содержащегося в молоке. При этом показано, что ПР введенный орально, абсорбируется в желудочно - кишечном тракте, однако уровень его, определенный в дневной продукции молока, не оказывает существенного биологического воздействия на ребенка. У мышей изучены механизмы поступления ПР в молоко.

**Эстрогены.** Используя биометоды, ряд авторов определяли в молоке эстрогены, однако их данные были неоднозначны. Лишь применение радиоиммунологических методов позволило внести в этот вопрос определенную ясность. В настоящее

минеральных солей, определяется также наличием в ней витаминов. Столь важное значение последних для организма объясняется их участием в регуляции обмена веществ, они тесно связаны с гормонами и ферментами. В настоящее время известно около 50 различных витаминов, большинство из них хорошо изучены, все они присутствуют в молоке. *Витамины*,—органические соединения разнообразной химической природы, незаменимые вещества пищи. При их недостатке в организме обмен веществ нарушается, что неизбежно ведет к расстройству здоровья. По сравнению с основными питательными веществами (белки, жиры, углеводы, минеральные соли) витамины требуются организму в ничтожных количествах. Среднесуточная потребность взрослого человека в витаминах исчисляется в микрограммах.

Химический состав многих витаминов уже установлен, и их получают синтетическим путем. Обозначают витамины буквами латинского алфавита. По способности растворяться в тех или иных веществах витамины делят на жирорастворимые (А, D, Е, К) и водорастворимые (С, группа В и др.). Все витамины действуют на организм комплексно и восполняют друг друга.

**Витамин А** необходим для сохранения зрения и нормального роста. Кроме того, он влияет на состояние кожных и слизистых покровов и участвует в процессе образования крови. Недостаток его в организме приводит к заболеванию глаз (сухость роговицы) с появлением так называемой куриной слепоты, к понижению сопротивляемости организма, к различным инфекционным заболеваниям, к замедлению роста.

Образуется витамин А в организме из желтого пигмента каротина, в растениях витамина А нет. В молоке обычно бывает и каротин, и витамин А. Это весьма важно, так как организм человека способен переводить каротин в витамин А. Содержание каротина в кормах сильно колеблется, поэтому количество витамина А в молоке также непостоянно. В летнем молоке этого витамина в 3 раз больше, чем в зимнем. Витамин А и каротин придают молоку и маслу желтую окраску. Зимой при неполноценном

кормлении животных молочный жир беден каротином и витамином А, поэтому цвет сливочного масла не такой желтый, как летом, а иногда и совсем белый. Потери витамина А наблюдаются при нагревании молока свыше 100°C. При обычной варке витамин А сохраняется. В процессе пастеризации, а также при хранении молока количество витамина А уменьшается на 20%. При выработке сметаны, масла и сыра витамин А переходит из молока в эти продукты. В кисломолочных продуктах содержание этого витамина на 10—33% больше (результат жизнедеятельности микроорганизмов).

**Витамин D.** Недостаток витамина D в пище вызывает замедление отложения кальция в костях, понижение скорости всасывания солей кальция и фосфора из ЖКТ в кровь и тем самым способствует глубоким расстройствам фосфорно - кальциевого обмена в организме. В конечном счете они приводят к рахиту. Особенно опасен рахит для детей, кости у них становятся мягкими и хрупкими. Витамин D совершенно справедливо назван антирахитическим. В этом витамине особенно нуждаются дети, шахтеры и жители Крайнего Севера. Витамин D выдерживает нагревание. Он образуется в организме под действием ультрафиолетовых лучей, поэтому молоко коров в пастбищный период при солнечном освещении, особо в горной местности, где больше ультрафиолетовых лучей, в несколько раз больше обогащено этим витамином. Следовательно, и летнее масло также богаче витамином D.

**Витамин E.** Показано, что при недостатке его в организме, даже несмотря на хорошее общее состояние, животные не способны давать приплод. Отмечено положительное влияние витамина E на повышение яйценоскости кур и особенно на их оплодотворение.

В последние годы установлено, что добавление витамина в корм коровам, особенно в зимний период, способствует получению более питательного и более вкусного молока. Кроме того этот витамин устраняет нежелательные привкусы, которые образуются при загрязнении молока даже малейшими примесями меди.

Витамин E устойчив к воздействию температуры и света и обычно содержится во всех молочных продуктах. В молоке коров,

Введение кортизола в молочную железу лактирующих коров приводит к заметному увеличению концентрации глюкокортикоидов как в молоке, так и в сыворотке крови. Подобная связь уровня КС в молоке и сыворотке крови наблюдалась и после внутримышечной инъекции АКТГ. Вероятно, имеется динамическая взаимосвязь между уровнями кортизола в молоке и сыворотке крови, так как уровень гормона в молоке является отражением его концентрации в крови в момент синтеза молока. Кортикостероидсвязывающие глобулины (КСГ), идентичны по физиологическим свойствам таковым в сыворотке крови, найдены в значительном количестве в человеческом про- и после родовом колоструме и в низкой концентрации в зрелом молоке. Не установлено, происходят ли эти белки молока из сывороточного КСГ, если же это так, то возникает вопрос: транспортируется ли КСГ или КСГ-глюкокортикоидный комплекс через альвеолярные клетки молочной железы? Известно, что содержание КС в крови животных одного вида значительно варьирует в зависимости от возраста индивидуума, условий существования, времени года и подчиняется, кроме того, определенному суточному ритму. В большинстве случаев выявлена прямая корреляция уровней КС в сыворотке крови и молоке.

Так, при исследовании содержания глюкокортикоидов в молоке коров было установлено, что оно колеблется от 0,7 до 1/1 нг/мл, причем эти колебания были прямо пропорциональны таковым в сыворотке крови.

Последующие исследования в этом направлении подтвердили и расширили представления о КС в молоке. Показано, что глюкокортикоиды, переходящие от матери к сосункам, могут обуславливать высокую изменчивость КС - связывающей способности мозга и способности крысят к обучению по сравнению с обычно имеющийся в популяции крыс.

**Половые гормоны.** Из стероидных гормонов в молоке различных млекопитающих выявлены: прогестерон (ПР), прегнандиол,

17-кетостероиды, эстрогены. Первоначально, эти гормоны в молоке млекопитающих

- 26 -

беременности составила 21,7 мкЕД/мл, в молозиве - только 4 мкЕД/мл. Эти изменения авторы связывают с нарушениями секреторной активности молочной железы и проницаемости ее для различных веществ.

**Гонадотропные гормоны.** Исследования гонадотропной активности в молоке кобыл проводили Cole и соавт, она составила 1/500 таковой в крови.

**ПРЛ.** Концентрация ПРЛ в молоке, определенная радиоиммунологическим методом, обычно колеблется от 5 до 200 нг/мл. Показано, что она зависит от времени лактации и численности помета. Максимальный уровень наблюдался на 4-15-й день лактации, к концу лактации его содержание резко снижалось. Концентрация ПРЛ находится также в прямой связи с продукцией молока. ПРЛ и его рецепторы обнаружены в молоке женщин, крыс, коз, коров и овец.

Содержание ПРЛ в молоке увеличивается ко 2-3 дню лактации до 230 нг/мл, к 6-му дню оно заметно снижается до 140 нг/мл и сохраняется на этом уровне до ее окончания.

**Окситоцин.** Концентрация окситоцина в молоке не 2-4-й день после родов в несколько раз превышает таковую в плазме крови новорожденных. Физиологическая роль окситоцина не выяснена, возможно он оказывает местное воздействие на желудочно-кишечный тракт новорожденных. При изучении транспорта меченного окситоцина в молоко крыс и далее в желудочно-кишечный тракт сосунков обнаружено, что окситоцин не деградирует, так как устойчив к кислой среде. В молоке женщин концентрация окситоцина несколько снижалась с увеличением сроков лактации и выявлялась прямая корреляция с кормлением.

**Кортикостероиды (КС).** КС содержатся в молоке женщин, коров и крыс. В молоке женщин глюкокортикоиды присутствуют в относительно низкой концентрации, так что общее количество их, поступающее с молоком сосункам, можно считать физиологически незначительным. Синтетические глюкокортикоиды, введенные в умеренных дозах кормящим матерям с терапевтической целью, также оказываются в незначительном количестве в молоке.

получающих зеленый корм, его выше, чем в молоке тех же коров в зимний период. На настоящее время общеизвестно, что вит. Е является наиболее активным и возможно главным жирорастворимым антиоксидантом и играет специфическую, пока ещё не полностью раскрытую роль в обмене селена.

**Витамин К** участвует в процессах свертывания крови, стимулирует кроветворение и улучшает процессы обмена веществ. Содержание его в молоке незначительно.

**Витамины группы В.** К витаминам группы В относятся 15 витаминов. Наиболее важны для здоровья человека витамины В-1, В-2, В-3, В-6 и В-12.

Отсутствие в пище **витамина В-1** отрицательно влияет на углеводный и жировой обмен в организме, нарушает основные процессы в деятельности мозга, ведет к развитию полиневрита, при котором поражаются двигательные нервы. Недостаток этого витамина в организме характеризуется также мышечной слабостью, нарушениями работы желудочно-кишечного тракта.

**Витамин В-2** участвует в процессах тканевого дыхания, способствует росту и прибавлению в весе. При недостатке этого витамина на коже образуются трещины, язвочки, возникает шелушение кожи. Кроме того, может проявиться воспаление слизистой глаз, светобоязнь и снижение остроты зрения.

**Витамин В6** весьма необходим организму, так как участвует во всех процессах обмена веществ. Предупреждает заболевания кожи, входит в состав ферментов, регулирует деятельность нервной системы, способствует нормальному течению беременности и родов, и др.

Недостаток в организме **витамина В12** приводит, к возникновению тяжелой злокачественной анемии. Количество эритроцитов резко уменьшается, возникают слабость, головокружения и расстройства нервной системы. Если не ввести в организм витамин В12 неминуема смерть.

Остальные витамины находятся в молоке в незначительных количествах.

**Витамин РР.** При недостатке в организме витамина РР появляется быстрая утомляемость, слабость, бессонница и, кроме того, наблюдаются воспалительные изменения кожи, которые известны под названием пеллагра («шершавая кожа»). При пеллагре отмечаются нарушения в пищеварении, а в тяжелых случаях нервно-психические расстройства. Люди получают витамин РР только с пищей, а организм коров сам его синтезирует. В зимний период в молоке этого витамина несколько больше, чем в пастбищный. Период лактации и состав кормов почти не влияют на содержание его в молоке. Витамин РР устойчив ко многим факторам и поэтому при переработке и хранении молока не разрушается.

**Витамин С.** Отсутствие или недостаток витамина С вызывает у человека цингу—заболевание, при котором воспалены и кровоточат десны, выпадают зубы, появляется слабость уменьшается сопротивляемость организма ко многим инфекционным заболеваниям. Витамин С способствует выведению из организма холестерина и даже способен предотвращать синтез нитрозоаминов — веществ с предполагаемым канцерогенным действием. Потребность человека в витамине С значительно больше, чем в других витаминах.

Молоко содержит и другие витамины, однако их значение не так велико, как значение рассмотренных К тому же они еще недостаточно изучены. Содержание тех или иных витаминов в молочных продуктах зависит от их хранения и метода транспортировки, а также от технологического процесса при их переработке.

**Ферменты** — белковые вещества, способные в сотни и тысячи раз изменять скорость химических реакций в организме, а именно: синтез и распад отдельных соединений, процессы обмена веществ и т. д.

Действие ферментов узко специфично, то есть каждый фермент влияет только на определенное вещество, а проявляют они свое действие при содержании в очень незначительных количествах.

Часть из них попадает в молоко в результате синтеза их в клетках молочной железы, а некоторые образуются непосредственно в

функционально не связан с гипоталамусом, кроме того, гипоталамус у них подвергается половой дифференцировке только в течение первой недели жизни, и ГЛ, содержащийся в молоке, может включаться в маскулинизацию гипоталамуса самцов, вызывая выделение тестикулярных стероидов. Столь высокая концентрация ГЛ в молоке подразумевает, кроме того, особый активный механизм его концентрирования, а также ставит вопрос о возможной экстрагипоталамической природе этого пептида. В продуктах детского прикорма этот гормон не содержится. Совершенно очевидно, что ни коровье молоко, ни продукты детского прикорма не могут конкурировать с женским молоком из-за отсутствия или иного соотношения многих ингредиентов.

Из гипофизарных гормонов в молоке различных видов млекопитающих найдены ТТГ, адренкортикотропный гормон (АКТГ), пролактин (ПРЛ), гонадотропины, гормон роста (ГР) и окситоцин.

**ТТГ.** Установлено, что ТТГ присутствует в молоке крыс и женщин. Среднее содержание ТТГ в сыворотке крови эутиреоидных лактирующих крыс - 219 нг/мл, а в молоке - 156 нг/мл. Через 5-7 дней после тиреоидэктомии уровень ТТГ значительно возрастал соответственно до 892 и 230 нг/мл. У животных, обработанных высокими дозами ТЗ в течение 4 дней концентрация ТТГ в сыворотке крови и молоке заметно снижалась. Таким образом, уровень ТТГ в молоке зависит от изменений тиреоидной функции лактирующей самки.

**АКТГ.** Показано наличие иммунореактивного АКТГ в молоке. Изучено влияние введенного перорально АКТГ на уровень кортикостерона в крови у 10-12 дневных крысят. Оказалось, что уже через 30 минут после введения АКТГ крысятам содержание кортизола у них достигало максимума и сохранялось на этом уровне 180 минут. По-видимому, АКТГ, присутствующий в молоке, поступает из желудочно-кишечного тракта в кровь сосунков в биологически активной форме и влияет на функцию надпочечников.

**ГР.** Доказано наличие ГР в молоке женщин и крыс доказано. Концентрация его в секрете молочной железы женщин в конце

сосунков.

Из гипоталамических гормонов в молоке найдены тиролеберин (ТЛ), гонадолиберин (ГЛ), соматостатин.

**ТЛ.** Начало исследованию ТЛ в молоке положили эксперименты, в которых было показано, что уровень тиреотропного гормона (ТТГ) в плазме крысят, вскармливаемых грудным молоком, выше, чем в плазме крысят, оторванных от кормления, причем наблюдалась четкая положительная корреляция между уровнем ТТГ у лактирующей матери и ее сосунков. Эти данные навели авторов на мысль о возможном транспорте ТЛ с материнским молоком. Действительно, единичные и повторные инъекции ТЛ лактирующим крысам на 15-й день после родов вызвали через 4 часа увеличение уровня ТТГ в сыворотке и уменьшение абсолютного и относительного содержания ТТГ в гипофизе у сосунков, что свидетельствует о транспорте с молоком неизменного физиологически активного ТЛ.

Скорость деградации меченого ТЛ в молоке была в 5 раз ниже таковой сыворотки крови. Наряду с этим в желудке сосунков в этот период ТЛ - деградирующая система недостаточно развита. Кроме того, показано наличие от 0,025 до 1,5 нг/мл ТЛ в молоке женщин. Динамика нарастания концентрации ТЛ в зависимости от сроков лактации не прослеживалась.

**ГЛ.** В молоке женщин, коров и крыс ГЛ определялся в концентрации 0,1-3,0 нг/мл, что значительно превышает его содержание в сыворотке крови. Наличие ГЛ в молоке в количестве, намного превышающем таковое в сыворотке крови, по видимому, должно играть определенную физиологическую роль в высвобождении гонадотропинов у сосущих новорожденных. Свидетельством этого служат эксперименты, в которых показано, что у крысят-сосунков, отнятых на 3 часа от лактирующей матери, резко снижался уровень лютропина (34,4 нг/мл против 125 нг/мл) по сравнению с контролем. Следовательно, ГЛ, содержащийся в молоке, всасывается из кишечника в кровь новорожденных крысят в биологически активной форме и вызывает созревание репродуктивных и других систем. Такое предположение правомочно, так как у крысят неонатальный гипофиз

молоке различными микроорганизмами. Молоко всегда содержит некоторое количество микробов, которые в процессе своей жизнедеятельности выделяют ферменты и другие вещества, изменяющие состав и свойства молока.

Из ферментов в молоке обнаружены липаза, лактаза, фосфатаза, редуктаза, пероксидаза, каталаза.

**Липаза** вызывает расщепление жиров. В молоко попадает в результате синтеза в молочной железе как продукт жизнедеятельности бактерий молока.

**Лактазу** образуют микроорганизмы (главным образом молочнокислые), она регулирует распад (гидролиз) лактозы молока с образованием глюкозы и галактозы, которые необходимы для нормальной деятельности печени.

**Фосфатаза** участвует в костеобразовании, кроветворении, в двигательной функции мышц, в том числе и сердечной. Присутствует она только в сыром молоке. Поскольку даже пастеризация разрушает ее, этот факт используют для выявления сырого молока.

**Каталаза** защищает организм от ядовитого действия перекиси водорода, которая образуется в процессе обмена веществ. Количество каталазы в молоке незначительно, но при воспалении молочной железы содержание ее резко повышается, что и используется для выявления больных животных.

**Редуктаза** обладает способностью восстанавливать (обесцвечивать) некоторые краски. Источником редуктазы молока служит микрофлора. Чем богаче микрофлора молока, тем больше в нем и редуктазы.

В настоящее время разработаны так называемые редуктазные пробы, с помощью которых можно определить качество молока с учетом содержащейся в нем микрофлоры.

**Пероксидаза** стимулирует очень важные для организма реакции окисления. Количество ее в молоке не зависит от деятельности микрофлоры, поскольку она образуется в тканях молочной железы. При нагревании молока до 80°C пероксидаза разрушается, что служит надежным показателем тепловой обработки -

молока.

Существенное значение имеет также функциональное состояние защитных механизмов грудного молока, позволяющих ребенку адаптироваться и выжить в «мире микробов», куда он поступит в момент родов. Помимо формируемой на протяжении гестации и после нее собственной активной защиты и, наряду с пассивно переданными через плаценту антителами, новорожденный получит дополнительно, через материнское молоко еще и другие защитные факторы, участвующие в антиинфекционной резистентности ЖКТ новорожденных.

Защитные свойства женского молока определяются содержащимися в нем клеточными и гуморальными факторами.

В женском молоке и молозиве содержатся иммуноглобулины всех классов. Самая большая концентрация **иммуноглобулина А** содержится в молозиве (30 г/л), позднее содержание его в молоке уменьшается до 10 г/л. Это означает, что кормленный грудью новорожденный в первые часы жизни получает большой запас материнского **иммуноглобулина А**.

**Имуноглобулин А** в грудном молоке обладает устойчивостью к изменениям рН и действию протеолитических ферментов пищеварительного тракта, тем самым обеспечивает надежную иммунологическую защиту поверхности слизистой оболочки. Это обстоятельство особенно важно, поэтому находящиеся на грудном вскармливании дети, значительно реже болеют кишечными инфекциями, даже находясь в весьма неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях.

Отсутствие **иммуноглобулина А** приводит к нарушению формирования нормальной микрофлоры кишечника. Это особенно важно, так как выработка собственных иммуноглобулинов у новорожденных практически отсутствует.

К защитным факторам молока относится фермент **лизоцим**, его концентрация выше в женском молоке, чем в других биологических жидкостях. Этот энзим находится в материнском молоке в пределах 0,29-0,30 г/л.

Лизоцим является мощным фактором неспецифической защиты. В грудном молоке он находится в более устойчивой форме. Лизоцим способен повреждать структурные элементы бактериальной стенки.

В женском молоке также выявлено присутствие всех компонентов комплемента.

Система комплемента является весьма существенным фактором неспецифической защиты, она активируется под действием комплекса антиген-антитело.

К защитным факторам женского молока относят также **лактоферрин**, связанный с железом белок молочной сыворотки. Он имеет особое значение в обеспечении антимикробной активности женского молока (от 0,6 до 15 г/л).

Присутствие в женском молоке **антистафилакоккового фактора** -производного линолевой кислоты, обеспечивает защиту от вирулентных штаммов стафилококка.

В грудном молоке обнаружены факторы, обладающие неспецифической активностью против вирусов. К ним относятся - **интерфероны**.

Присутствующие в женском молоке интерфероны, лизоцим, бифидум факторы противодействуют проникновению потенциальных аллергенов через незрелые слизистые оболочки ЖКТ.

Последующие исследования показали, что молоко и молозиво человека передают особый иммунитет на внешние и слизистые оболочки кишечника, а, возможно, и дыхательного аппарата новорожденных. Приобретение такого пассивного иммунитета имеет чрезвычайно важное значение для детей раннего возраста, когда секреторная и иммунная система еще очень слабо развиты.

**Гормоны.** В настоящее время доказано присутствие в молоке млекопитающих целого ряда гормонов, однако неясна судьба гормонов, поступающих с молоком в желудочно - кишечный тракт новорожденных; остается открытым вопрос и о значении большинства присутствующих в молоке гормонов для развития новорожденных-