



УДК 613.22

МЕСТО И РОЛЬ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В НУТРИТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СОВРЕМЕННОГО ПОКОЛЕНИЯ АДАПТИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

А.А. ПОЗДНЯКОВ
А.М. ПОЗДНЯКОВ
В.В. АЛАБОВСКИЙ

*Воронежская государственная
медицинская академия имени
Н.Н. Бурденко*

e-mail: cas@vsma.as.ru

В статье рассматриваются биохимические свойства пальмитиновой кислоты и на этой основе ее место и роль в качестве нутритивной составляющей современного поколения адаптированных смесей для детского питания.

Ключевые слова: пальмитиновая кислота, биохимические свойства, нутритивная составляющая, адаптированная смесь, детское питание.

В целях метаболического обеспечения ранней и последующей адаптации организма ребенка, как саморегулирующейся системы, к мультиформным факторам окружающей среды, необходимость высокого уровня пролонгированных энергетических затрат подтверждена многочисленными экспериментальными и клиническими исследованиями [2, 3, 6]. Известно также, что базисной основой в реализации механизмов адаптации является нутритивная составляющая, а среди пищевых ингредиентов максимальной энергоемкостью обладают липиды. Учитывая, что энергетический потенциал, заложенный в липидах, вдвое превышает таковой, присутствующий в углеводах, у здорового взрослого человека накопленной в липидах энергии достаточно для поддержания основного обмена в течение 8 недель [4, 5].

Биохимическая роль липидов. Липиды – это группа биомолекул. Они представляют собой нерастворимые в воде маслянистые или жирные вещества, которые могут быть экстрагированы из клеток неполярными растворителями, такими, как эфир или хлороформ [1]. Существует несколько классов липидов, каждый из которых выполняет специфические биологические функции. Наиболее простые и широко распространенные в природе и организме человека липиды – жиры или триацилглицеролы (другие названия: нейтральные жиры, триглицеролы). Триглицеролы являются основным компонентом жиров женского молока [2].

Триацилглицеролы играют роль «топлива» для большинства организмов. Очень важный источник энергии в организме человека. Именно в них запасается большая часть энергии, выделяющейся в результате химических реакций. Среди главных питательных веществ триацилглицеролы самые калорийные (свыше 9 ккал/г). В высокоразвитых странах в среднем 40% суточной потребности человека в энергии покрывается именно за счет содержания в его организме жиров. В некоторых органах, в частности печени, сердце, скелетных мышцах, находящихся в состоянии покоя, свыше половины необходимой энергии поставляют триацилглицеролы, что особенно важно для энергообеспечения растущего детского организма. Триацилглицеролы – это неполярные липиды, помимо которых существуют также и полярные липиды. Последние составляют главные компоненты клеточных мембран, то есть тех «контейнеров», в которых протекают основные метаболические процессы. Но это не только «клеточный покров», в них локализованы многочисленные ферменты и транспортные системы. Вне зависимости от функционального предназначения, характерными структурными компонентами большинства липидов являются жирные кислоты [4].

Жирные кислоты – это длинноцепочные органические кислоты, содержащие от 4 до 24 углеродных атома; они включают одну карбоксильную группу и длинный неполярный углеводородный «хвост», из-за которого большинство липидов нерастворимы в воде и проявляют свойства масел или жиров. В клетках и тканях жирные кислоты не встречаются в свободном состоянии, а присутствуют в ковалентно связанной форме в составе липидов различных классов. В свободном виде жирные кислоты можно получить путем химического или ферментативного гидролиза. Этот принцип заложен в основе гидролиза триацилглицеролов, осуществляемого под воздействием ферментов поджелудочной железы (панкреатическая липаза) в процессе кишечного пищеварения и используется в современных технологиях изготовления сухих молочных смесей. В молекулах триацилглицеролов около 95% всей биологической энергии заключают остатки трех (триацил...) жирных кислот, которые в зависимости от характеристик исходного продукта питания, могут включать три различные жирные кислоты с длинной цепью и только 5% приходится на долю остатка – глицерола. Таким образом, носителем энергетического потенциала в липидах класса триацилглицеролов являются жирные кислоты. Итак, жирные кислоты – основной источник энергии.



Из природных липидов выделены разнообразные жирные кислоты, которые отличаются длиной цепью, наличием, числом и положением двойных связей. Некоторые кислоты содержат боковые метильные группы. Практически все встречающиеся в естественных условиях жирные кислоты содержат четное число атомов углерода, причем чаще всего 16 или 18 углеродных атомов. Длинная углеродная цепь («хвост»), может быть полностью насыщена, т.е. содержать только одинарные связи, и потому не способна к изомеризации, или насыщена, т.е. содержать одну или несколько двойных связей (способна к изомеризации). У животных и растений ненасыщенные жирные кислоты встречаются приблизительно в 2 раза чаще, чем насыщенные [1].

Насыщенные жирные кислоты входят главным образом в состав липидов класса триацилглицеролов (т.е. энергетически емкие).

Ненасыщенные жирные кислоты входят в состав липидов класса фосфолипидов (т.е. клеточных мембран).

В организме человека из ненасыщенных жирных кислот присутствуют, в основном, две: пальмитиновая и стеариновая. Из ненасыщенных – арахидоновая и простагландины (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые природные жирные кислоты

Число атомов углерода	Структура	Систематическое название	Тривиальное название	Температура плавления, °С
Насыщенные жирные кислоты				
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	н-Додекановая	Лауриновая	44,2
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	н-Тетрадекановая	Миристиновая	53,9
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	н-Гексадекановая	Пальмитиновая	63,1
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	н-Октадекановая	Стеариновая	69,6
20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	н-Эйкозановая	Арахидоновая	76,5
24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	н-Тетракозановая	Лигноцириновая	86,0
Ненасыщенные жирные кислоты				
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Пальмитолеиновая	- 0,5
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Олеиновая	13,4
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Линолевая	- 5
18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Линоленовая	- 11
20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$		Арахидоновая	- 49,5

Все жирные кислоты активируются и окисляются в митохондриях. На первой стадии образуется ацетил-СоА и АТФ. На второй стадии окисления – ацетил-СоА окисляется через цикл лимонной кислоты до CO_2 и H_2O . Этот конечный путь окисления жирных кислот тождественен с углеводами. Окисление ненасыщенных жирных кислот требует еще двух дополнительных этапов ферментного участия.

Пальмитиновая кислота – строительный материал для ненасыщенных жирных кислот. В животных клетках пальмитиновая кислота (насыщенная жирная кислота) является обычным (типовым) продуктом, образующимся в синтазном цикле жирных кислот. Она служит предшественником других длинноцепочных жирных кислот (рис.1). При помощи ферментных систем, катализирующих удлинение цепей жирных кислот, она может удлиняться путем присоединения ацетильных групп, приводящего к образованию стеариновой кислоты или более длинных насыщенных жирных кислот. Этот процесс протекает внутриклеточно в эндоплазматическом ретикулуме и митохондриях.

Являясь базисным представителем насыщенных жирных кислот, пальмитиновая кислота (длинноцепочная жирная кислота) способна образовывать мицеллы, которые при соучастии желчных кислот во внутриэнтероцитарной среде кишечного эпителия присоединяют жирорастворимые витамины (Д, А, Е, К) – образуют хиломикроны. По мере образования хиломикронов (комплекс насыщенных жирных кислот и жирорастворимых витаминов) по лимфатическим путям они доставляют указанные витамины к функциональным системам их метаболического преобразования до конечных биохимически активных продуктов. Так, на примере метаболизма витамина Д, который изначально является сырьем, в составе хиломикронов, мицеллы доставляют по лимфатическим сосудам этот витамин в печень (образование печеночного метаболита витамина Д-кальцидиола), а затем в почку (образование конечного, почечного метаболита витамина Д-кальцитриола). Кальцидиол и кальцитриол, совместно с гормонами паразитовидной (паратгормон) и щитовидной (кальцитанин) желез участвуют в метаболизме кальция [5].

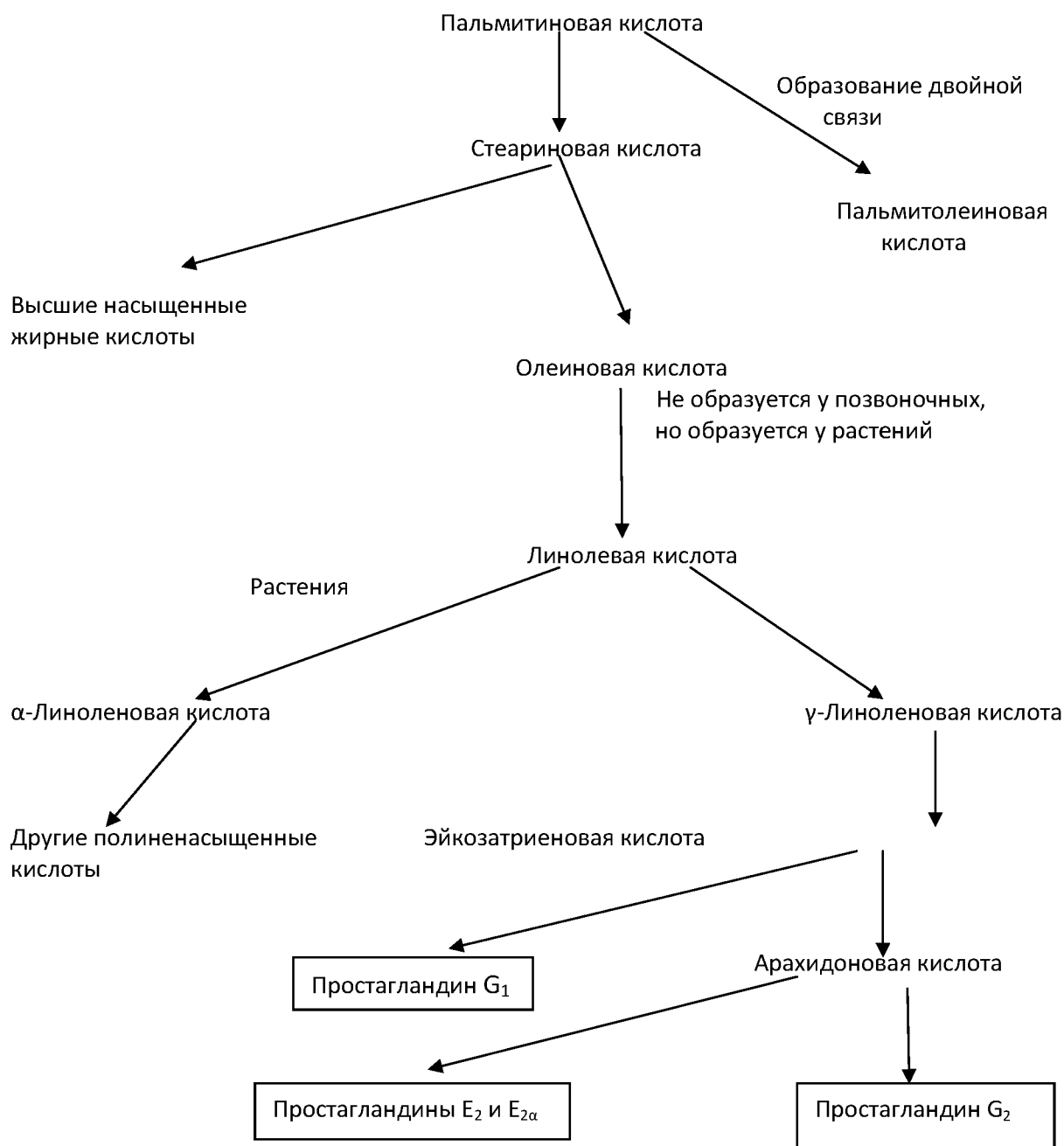


Рис. 1. Биосинтез липидов

Исключительно значимым для организма человека и ребенка как растущего организма в частности, является тот биохимический факт, что пальмитиновая кислота служит не только «стартовой» основой для синтеза других насыщенных жирных кислот, но и предшественником двух других крайне необходимых для организма мононенасыщенных жирных кислот – пальмитолеиновой и олеиновой. Олеиновая кислота, в свою очередь, преобразуется в линолевую и α-линоленовую, которые самостоятельно не могут синтезироваться в организме человека, т.е. являются для него незаменимыми. Итак:

- Пальмитиновая кислота – источник биоэнергии высокой энергетической емкости, широко представленный в продуктах животного и растительного происхождения.
- Пальмитиновая кислота – естественный «стартовый» предшественник в синтезе насыщенных жирных кислот.
- Пальмитиновая кислота является посредником в биосинтезе активного метаболита витамина D-1,25-гидроксиголекальциферола (кальцитриола), который инициирует всасывание ор-

ганического кальция из кишечного химуса в условиях его пониженной концентрации в крови (гипокальциемии).

• Пальмитиновая кислота – базисная для синтеза незаменимых (самостоятельно не образующихся в организме человека) жирных кислот (ARA+DHA) – наиважнейшей метаболической основы для иммунного статуса, развития головного мозга, функционирования зрительного анализатора и социальной адаптации у новорожденных и детей раннего возраста.

Научно доказанная и практически апробированная роль жирных кислот в механизмах метаболического обеспечения основных физиологических и патофизиологических процессов, послужили основой рекомендаций их широкого включения в состав смесей для детского питания [6]. Следует также отметить, что к настоящему времени накопились достаточные данные, свидетельствующие о возможности дефицита жирных кислот в питании грудных детей и его неблагоприятном влиянии на рост и развитие здорового доношенного ребенка [4].

Заключение. Женское молоко является оптимальным продуктом питания для ребенка, как по питательным, так и защитным свойствам. Тем не менее, к сожалению, многие дети по различным причинам лишены возможности получать женское молоко. По данным Минздравсоцразвития на конец 2010 года в России более 35% детей до 6 мес. и более 45% детей с 6 до 12 мес. находятся на искусственном вскармливании. Поэтому создание молочных смесей, способных благотворно влиять и обеспечивать поступательное формирование и гармоничное развитие организма человека, особенно на этапе его становления, является важнейшей задачей современной нутрициологии и индустрии детского питания. В ряду продуктов детского питания, современные адаптированные смеси занимают особое место. Это сложный нутритивный комплекс, включающий мультiformную совокупность органических и неорганических веществ, каждый отдельный элемент которого, включая и конкретные жирные кислоты, имеет свое уникальное предназначение, играет конкретную роль и находится в сложнейших по выполняемым функциям и гармонии соотношениях. Именно в этом заключается главный технологический принцип создания любого комплексного продукта питания претендующего на название «Адаптированная смесь» т.е. продукта несущего характеристики максимальной приближенности к женскому молоку.

Литература

1. Ленинджер, А. Основы биохимии / А.Ленинджер. – М.: Мир, 1985. – Т.2. – 368 с.
2. Лукоянова, О.Л. Предпосылки для создания современной адаптированной молочной смеси с симбиотическими свойствами / О.Л.Лукоянова, Т.Э.Боровик, В.А.Скворцова, К.С.Ладодо // Вопросы детской диетологии. – 2010. – Т.8, №4. – С.49-54.
3. Лукоянова, О.Л. Возможности использования отечественной адаптированной молочной смеси первого полугодия жизни / О.Л.Лукоянова, Т.Э.Боровик, Н.Г.Звонкова // Вопросы современной педиатрии. – 2011. – Т.10, №4. – С.2-7.
4. Нетребенко, О.К. К вопросу о роли длинноцепочных жирных кислот в питании детей грудного возраста / О.К.Нетребенко // Педиатрия. – 2005. – №4. – С.66-70.
5. Поздняков, А.М. Метаболические основы обеспечения системы пищеварения, ее становление и особенности функционирования у детей / А.М.Поздняков, А.А.Поздняков // Учебное пособие для интернов, ординаторов медицинских вузов. – Воронеж, 2008. – 110 с.
6. Тутельян, В.А. Руководство по детскому питанию / В.А.Тутельян, И.Я.Конь. – М.: МИА. – 2004. – 662 с.

THE ROLE OF FATTY ACIDS IN THE NUTRITIONAL COMPONENT OF THE CURRENT GENERATION OF ADAPTED BABY FOOD FORMULAS

**A.A. POZDNYAKOV
A.M. POZDNYAKOV
V.V. ALABOVSKY**

*Voronezh State
Medical Academy*

e-mail: cas@vsma.as.ru

Biochemical properties of the palmitic acid are reviewed, based on which, its role is analyzed in the complex nutritional component of the current generation of adapted baby food formulas.

Key words: fatty acids, palmitic acid, biochemical properties, nutritional component, adapted baby food formulas.