

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ
И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

Е.Г. ЦИЛИДАС, А.Р. НАНИЕВА

МАКРОНУТРИЕНТЫ

Методическое пособие по самостоятельной работе студентов,
обучающихся по специальности «Лечебное дело», «Стоматология»



УДК 613.2
ББК 51.230

Цилидас Е.Г., Наниева А.Р.

Макронутриенты: методическое пособие для студентов лечебного и стоматологического факультетов

Северо-Осетинская государственная медицинская академия. - Владикавказ, 2016. – 23с.

Данное учебно-методическое пособие содержит материал, отражающий современные гигиенические представления о важнейших компонентах питания человека – белках, жирах и углеводах. Изложены данные о химической структуре данных веществ, их функциях, пищевых продуктах–источниках, нормативах потребления. Приведена информация о последствиях избыточного или недостаточного потребления данных нутриентов.

Пособие снабжено таблицами, тестовыми заданиями, списком основной и рекомендуемой дополнительной литературы, облегчающими усвоение материала.

Учебно-методическое пособие «Макронутриенты», подготовлено по дисциплине «Гигиена» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности Лечебное дело (31.05.01), Стоматология (31.05.03).

**УДК 613.2
ББК 51.230**

Рецензенты:

Аликова З.Р. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой гуманитарных, социальных и экономических наук ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

Туаева И.Ш. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены МПФ с курсом ФПДО ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

Утверждено и рекомендовано к печати Центральным координационным учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО СОГМА Минздрава России (протокол № 1 от 12 сентября 2016 г.).

© Северо-Осетинская государственная медицинская академия, 2016
© Цилидас Е.Г., Наниева А.Р. 2016

Основными энергонесущими нутриентами являются белки, жиры и углеводы. При диссимиляции 1 г белка организм аккумулирует 4 ккал энергии (1 ккал - 4,18 кДж). При диссимиляции 1 г углеводов также высвобождается 4 ккал энергии. Жиры имеют более существенный энергетический потенциал - распад 1 г жира соответствует 9 ккал. Энергию несут также органические кислоты (уксусная, яблочная, молочная, лимонная) - около 3 ккал в 1 г и алкоголь - 1 г этилового спирта может принести организму 7 ккал. При этом органические кислоты из-за своего малого количества в среднем рационе питания не имеют существенного практического значения, а алкоголь в силу физиологически неполноценного использования выделяющейся энергии не может рассматриваться в качестве адекватного пищевого источника энергии (хотя его чрезмерное употребление следует учитывать при оценке общего энергобаланса).

В наибольшей степени организм использует с энергетическими целями углеводы и жиры. При выраженном дефиците двух этих макронутриентов в качестве источника энергии кратковременно может быть использован белок пищи. В организме человека энергия запасается главным образом в виде жира (различные депо) и белка (в первую очередь в виде мышечной массы). Запасы углеводов у человека практически отсутствуют (за исключением небольшого количества гликогена) - все они оперативно трансформируются в метаболических процессах, а их излишки превращаются в жиры.

Чем больше в продукте веществ, не несущих для организма энергии (воды, пищевых волокон), тем меньше его калорийность. Продукты, содержащие преимущественно жиры, моно- и дисахариды (в том числе так называемые «скрытые»), а также алкоголь относятся к высококалорийным и способствуют синтезу и депонированию в организме жира (с нарушением жирового и углеводного обменов) с параллельными затратами дефицитных микро-нутриентов, участвующих в энергетическом обмене, и напряжением гормональных механизмов, отвечающих за ассимиляцию.

Белки и их значение в питании

Белки (протеины) - это сложные высокомолекулярные азотсодержащие соединения, состоящие из α -аминокислот. Белки организма человека выполняют жизненно важные функции:

- ✓ *пластическую,*
- ✓ *энергетическую,*
- ✓ *каталитическую,*
- ✓ *регуляторную,*
- ✓ *защитную,*
- ✓ *транспортную и др.*

Из 20 структурных аминокислот 10 относятся к незаменимым и, следовательно, должны постоянно поступать в достаточном количестве и оптимальном соотношении с пищей, другие являются заменимыми, поскольку

могут образовываться в организме. Дефицит незаменимых аминокислот в пище или их неоптимальное соотношение приводит к угнетению биосинтеза белка в организме, нарушает динамическое равновесие белкового метаболизма и усиливает распад собственных белков с компенсаторной целью. Это вызывает глубокие изменения клеточного метаболизма и серьезные структурные и функциональные нарушения в организме.

В зависимости от местных традиций и географического положения основными источниками животного белка в питании могут являться мясо, молочные продукты, а в ряде стран морепродукты. Основными источниками растительного белка являются зерновые, бобовые, в меньшей степени орехи и семена. Источниками полноценного белка, содержащего полный набор незаменимых аминокислот в количестве, достаточном для биосинтеза белка, являются животные продукты: молоко и молочные изделия, яйца, мясо и мясопродукты, рыба и морепродукты. В продуктах растительного происхождения имеется дефицит незаменимых аминокислот.

Оптимальная потребность в белке составляет **0,8 - 1,2 г на 1 кг массы тела** в сутки. Оптимальным уровнем поступления белка следует считать 30 г смешанного протеина (при наличии не менее 55% животного белка) на 1 000 ккал рациона.

Уровень *реальной потребности* - количество протеина напрямую зависит от энергозатрат (в среднем 12% калорийности рациона должны составлять белковые калории). Потребность в белке человека с энергозатратами 2 800 ккал должен обеспечиваться:

1) *ежедневным потреблением*:

- 500 г молока и жидких молочных продуктов;
- 170 г мяса и мясопродуктов (включая птицу, субпродукты);
- 360 г хлеба и хлебобулочных изделий;

2) *еженедельным потреблением*:

- 140 г сыра;
- 200 г творога;
- 350 г рыбы и морепродуктов;
- 200 г яиц;
- 175 г круп;
- 140 г макаронных изделий.

Биологическая ценность пищевых продуктов. Методы оценки качества белка. Качество белка определяется его аминокислотным составом и отражается в понятии «биологическая ценность».

Биологическая ценность протеина - это степень утилизации белкового азота организмом. Чем выше этот показатель, тем выше качество белка. Для изучения биологической ценности используют два вида методов: химические и биологические. Основным *химическим методом* является расчет аминокислотного сора. Он заключается в вычислении процентного содержания каждой незаменимой аминокислоты в исследуемом белке

(продукте) по отношению к количеству этой же аминокислоты в белке, принимаемом в качестве стандартного, по формуле:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{аминокислота (мг) в 1 г продукта} * 100}{\text{аминокислота (мг) в 1 г «идеального белка»}}$$

При неполном анализе аминокислотный скор обычно рассчитывается для трех самых дефицитных в питании незаменимых аминокислот: триптофана, лизина и суммы серосодержащих - метионина и цистеина. Высокий аминокислотный скор, и потенциально высокую биологическую ценность, имеют практически все животные белки, с небольшим дефицитом по серосодержащим аминокислотам у молока.

Важным показателем качества пищевого белка является его *перевариваемость ферментами желудочно-кишечного тракта* - показателя соответствия химической структуре протеина и его конформационной доступности протеолитическим ферментам организма.

По скорости переваривания белки можно расположить в следующем порядке:

- 1) яичные, рыбные и молочные;
- 2) мясные;
- 3) зерновых (хлеб и крупы);
- 4) бобовых и грибов.

Плохая перевариваемость и усвояемость растительных белков связана со значительным содержанием целлюлозы, лигнина и других малоферментируемых пищеварительной системой человека компонентов, которые в ряде случаев (как у бобовых и грибов) окружают белковые молекулы полисахаридными оболочками. Истинная биологическая ценность животных белков - степень их утилизации организмом - практически достигает 95... 98%. Азот же из белка зерновых (в составе традиционного хлеба, круп) не утилизируется организмом более чем на 50%. Исключением из используемых в питании растительных белков являются протеины сои, имеющие показатели биологической ценности на уровне 80%.

Болезни недостаточности и избыточности белкового питания и белкового метаболизма. Белковая недостаточность обычно связана с общим недоеданием (голодом) и чаще всего наблюдается у жителей беднейших и развивающихся стран. Она почти всегда сочетается с выраженным дефицитом энергии, поэтому данный алиментарный дисбаланс принято называть *белково-энергетической недостаточностью*. При этом отмечается недостаток продуктов с высокими показателями пищевой ценности, главным образом животной группы, что приводит к развитию общего метаболического дисбаланса.

У новорожденных и детей младшего возраста белково-энергетическая недостаточность проявляется в форме *квашиоркора* и *алиментарного маразма* - заболеваний, встречающихся в беднейших странах. Алиментарная дистрофия может развиваться и у взрослого человека при длительном (несколько месяцев) существенном дефиците питания. Ее проявлениями прежде всего будут

снижение массы тела (истощение), потеря работоспособности, глубокие гиповитаминозные состояния, снижение иммунитета.

Вместе с тем не следует забывать об отрицательном влиянии избытка белка в питании. Избыток белков имеет наиболее выраженные и относительно быстро проявляющиеся последствия по сравнению с избытком других макронутриентов (жиров и углеводов). Особенно чувствительны к избытку протеина крайние возрастные группы (дети и престарелые), а также лица с некоторыми заболеваниями (почечными патологиями, заболеваниями гепатобилиарной системы). При этом в первую очередь страдают печень и почки. В печени может развиваться жировая дистрофия и деструктивные процессы из-за перегрузки ее пищевыми аминокислотами, первично в ней концентрирующимися и переаминирующимися. Почки функционально перегружаются из-за повышенного выделения остаточного азота (мочевина, мочевая кислота, креатинин) и нарушения кислотно-щелочного баланса первичной мочи. В результате увеличиваются потери кальция с мочой: каждый грамм лишнего белка приводит к потере 2-20 мг кальция. При длительном избытке белка в рационе увеличивается риск развития мочекаменной болезни, подагры, ожирения. Последнее связано с тем, что излишнее количество белка вовлекается в процесс липогенеза. Очень вероятно также развитие относительного гиповитаминоза В₆, РР и А из-за их повышенного расхода в метаболизме белков или нарушения их обмена.

С белковой составляющей связан и ряд наследственных заболеваний, таких как фенилкетонурия, гистидинемия, гомоцистеинурия, алкаптонурия и целиакия: это генетически детерминированные энзимопатии.

Жиры и их значение в питании

Жиры (липиды) - это сложные органические соединения, состоящие из триглицеридов и липоидных веществ (фосфолипидов, стерина). В состав триглицеридов входит глицерин и жирные кислоты, соединенные эфирными связями. Жирные кислоты являются основными компонентами липидов (около 90 %), именно их структура и характеристики определяют свойства различных видов пищевых жиров. По своей природе пищевые жиры могут быть животными и растительными. По химической структуре растительные масла отличаются от животного жира жирно-кислотным составом. Высокое содержание в растительных маслах ненасыщенных жирных кислот придает им жидкое агрегатное состояние и определяет их пищевую ценность. Растительные жиры (масла) находятся при обычных условиях в жидком агрегатном состоянии за исключением пальмового масла.

Жиры играют значительную роль в жизнедеятельности организма. Они являются вторыми по значимости после углеводов источниками общей энергии, поступающей с пищей. При этом, обладая максимальным среди энергонесущих нутриентов калорическим коэффициентом (1г жира дает организму 9 ккал), жиры даже в небольшом количестве способны придать

содержащему их продукту высокую энергетическую ценность. Это обстоятельство имеет не только положительное значение, но и является предпосылкой формирования быстрого и относительно не связанного с большими объемами употребляемой пищи избыточного поступления жира и соответственно энергии.

Физиологическая роль жиров, однако, не сводится лишь к их энергетической функции. Пищевые жиры являются прямыми источниками или предшественниками образования в организме структурных компонентов биологических мембран, стероидных гормонов, кальциферолов и регуляторных клеточных соединений. С пищевыми жирами в организм поступают также другие соединения липидной природы или липофильной структуры: фосфатиды; стерины; жирорастворимые витамины.

В желудочно-кишечном тракте здорового человека при нормальном уровне поступления жиров усваивается около 95% их общего количества. В составе пищи жиры представлены в виде собственно жировых продуктов (масло, сало и т.п.) и так называемых скрытых жиров, входящих в состав многих продуктов. Именно продукты, содержащие скрытый жир, являются основными поставщиками пищевых жиров в организм человека. Жирные кислоты, входящие в состав пищевых жиров, делятся на три большие группы: насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные.

Насыщенные жирные кислоты. Жирные кислоты с короткой углеродной цепью практически не связываются с альбуминами в крови, не депонируются в тканях и не включаются в состав липопротеинов - они способны быстро окисляться с образованием энергии и кетонных тел. Кроме того, они выполняют ряд биологических функций, например масляная кислота служит модулятором генетической регуляции, иммунного ответа и воспаления на уровне слизистой кишечника, а также обеспечивает клеточную дифференцировку и апоптоз. Каприновая кислота является предшественником монокаприна - соединения с противовирусной активностью. Избыточное поступление короткоцепочечных жирных кислот может привести к развитию метаболического ацидоза.

Жирные кислоты со средней и длинной углеродной цепью, напротив, включаются в состав липопротеинов, циркулируют в крови, запасаются в жировых депо и используются для синтеза других липоидных соединений в организме, например холестерина. Кроме того, для лауриновой кислоты показана способность инактивировать ряд микроорганизмов, в частности *Helicobacter pylori*, а также грибки и вирусы за счет разрыва липидного слоя их биомембран.

Лауриновая и миристиновая жирные кислоты в наибольшей степени повышают уровень холестерина в сыворотке крови и в силу этого ассоциируются с максимальным риском развития атеросклероза. Пальмитиновая кислота также ведет к повышенному синтезу липопротеинов. Она является основной жирной кислотой, связывающей кальций (в составе жирных молочных продуктов) в неусваиваемый комплекс, омыляя его.

Стеариновая кислота, так же как и короткоцепочечные жирные кислоты, практически не влияет на уровень холестерина в крови, более того - она способна снижать усвояемость холестерина в кишечнике за счет уменьшения его растворимости.

Ненасыщенные жирные кислоты. Ненасыщенные жирные кислоты подразделяют по степени ненасыщенности на мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК).

Мононенасыщенные жирные кислоты: основным их представителем в рационе является олеиновая кислота. Ее основными пищевыми источниками служат оливковое и арахисовое масло, свиной жир.

К ПНЖК относятся жирные кислоты: линолевая, линоленовая, арахидоновая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая. В питании их основными источниками являются растительные масла, рыбий жир, орехи, семена, бобовые. Подсолнечное, соевое, кукурузное и хлопковое масла являются основными источниками линолевой кислоты в питании.

В организме человека ПНЖК выполняют биологически важные функции, связанные с организацией и функционированием биомембран и синтезом тканевых регуляторов. В клетках происходит сложный процесс синтеза и взаимного превращения ПНЖК: линолевая кислота способна трансформироваться в арахидоновую с последующим включением ее в биомембраны. Линоленовая кислота играет важную роль в нормальном развитии и функционировании миелиновых волокон нервной системы и сетчатки глаза, входя в состав структурных фосфолипидов, а также содержится в значительных количествах в сперматозоидах.

Полиненасыщенные жирные кислоты состоят из двух основных семейств: производные линолевой кислоты, относящиеся к ω -6 жирным кислотам, и производные линоленовой кислоты - к ω -3 жирным кислотам. Именно соотношение этих семейств при условии общей сбалансированности поступления жира становится доминирующим с позиций оптимизации липидного обмена в организме за счет модификации жирно-кислотного состава пищи.

Докозагексаеновая кислота найдена в высоких концентрациях в мембранах клеток сетчатки, которые поддерживаются на этом уровне вне зависимости от поступления ω -3 ПНЖК с питанием. Она играет важную роль в регенерации зрительного пигмента родопсина. Также высокие концентрации докозагексаеновая кислота обнаруживаются в мозге и нервной системе. Эта кислота используется нейронами для модификаций физических характеристик собственных биомембран (таких, как текучесть) в зависимости от функциональных потребностей. Последние достижения в области нутригеномики подтверждают участие ПНЖК семейства ω -3 в регуляции экспрессии генов, участвующих в обмене жиров и воспалении, за счет активации факторов транскрипции.

В последние годы делаются попытки определить адекватные уровни поступления ω -3 ПНЖК с питанием. В частности, показано, что для взрослого

здорового человека употребление в составе пищи 1,1- 1,6 г/сут линоленовой кислоты полностью покрывает физиологические потребности в этом семействе жирных кислот.

Основными пищевыми источниками ПНЖК семейства ω -3 являются льняное масло, грецкие орехи и жир морских рыб. В настоящее время оптимальным соотношением в питании ПНЖК различных семейств считается следующее: ω -6: ω -3 = 6-10:1.

Фосфолипиды и стерины. В состав пищевых липидов входят такие значимые группы веществ, как фосфолипиды и стерины. Фосфолипиды состоят из глицерина, этерифицированного полиненасыщенными жирными кислотами и фосфорной кислотой, которая соединена с азотистым основанием. Фосфолипиды полностью расщепляются в клетках кишечника, поэтому для организма имеет решающее значение их эндогенный синтез в печени и почках. Эндогенный синтез лецитина, в частности, лимитирован поступлением с рационом ПНЖК и холина.

Лецитин имеет большое значение в регулировании жирового обмена в печени - он относится к липотропным факторам питания, препятствующим жировой инфильтрации печени за счет активизации транспорта нейтральных жиров из гепатоцитов. К пищевым продуктам, содержащим максимальное количество предшественников синтеза лецитина и его самого, относятся нерафинированные растительные масла, яйца, морская рыба, печень, масло сливочное, птица, а также фосфатидные концентраты, получаемые как вторичное сырье при рафинировании масел и используемые для обогащения пищевых продуктов.

В животных жирах содержится холестерин, а в растительных - фитостерин. Наибольшей биологической активностью среди фитостеринов обладает 3-ситостерин. Он способен оказывать гипохолестеринемическое действие, снижая абсорбцию холестерина в результате образования с последним в кишечнике неусваиваемых комплексов.

Основным животным стеринном является холестерин. В условиях сбалансированного питания его эндогенный синтез (биосинтез) из НЖК в печени составляет не менее 80%, остальной холестерин поступает с пищей.

Функции холестерина, играющие важные физиологические роли в организме:

- является провитамином D₃;
- служит исходным продуктом для синтеза половых гормонов и гормонов коры надпочечников;
- участвует в образовании желчных кислот.

Оптимальным уровнем его поступления с рационом считается 0,3 г/сут. В обмене холестерина важную роль играют витамины: аскорбиновая кислота, B₆, B₁₂, фолиевая кислота, биофлавоноиды. Холестерин содержится в сливочном масле, печени, яйцах и особенно сыре. В крови и желчи холестерин находится в виде коллоидного раствора благодаря связыванию с фосфатидами, ПНЖК и белками. При нарушении обмена этих веществ или их недостатке холестерин

выпадает в виде мелких кристаллов, оседающих на стенках кровеносных сосудов и желчевыводящих путей, что способствует появлению атеросклеротических бляшек и желчных камней.

Последствия избыточного поступления жиров с пищей. Высокое поступление с пищей НЖК и собственно холестерина сопровождается повышением общей концентрации триглицеридов и жирных кислот в крови, увеличением количества циркулирующих в крови липопротеинов. Все это ведет к гиперлипидемии, а в дальнейшем к развитию дислипидемии — базовому нарушению пищевого статуса, лежащего в основе развития атеросклероза, сахарного диабета и избыточной массы тела и ожирения. Дислипидемия — это нарушение соотношения различных фракций липопротеидов и триглицеридов, циркулирующих в крови, ведущее в различных соотношениях к повышению как абсолютного, так и относительного количества липопротеидов низкой и очень низкой плотности (ЛПНП и ЛПОНП) и триглицеридов при одновременном снижении количества ЛПВП. Последние относятся к компонентам, снижающим атерогенность холестерина.

При поступлении жира в избыточном по сравнению с потребностью организма количестве также стимулируется глюконеогенез. Последнее обстоятельство приводит к снижению степени утилизации «углеводной» глюкозы из крови, увеличению нагрузки на инсулярный аппарат и проявляется у здорового человека в росте концентрации гликозилированного гемоглобина A_{1c} .

С гигиенических позиций, учитывая, что человек не питается отдельными жирными кислотами, гиперлипидемия и дислипидемия, а также метаболическая гипергликемия должны рассматриваться как результат избыточного поступления с пищей всего объема жировых продуктов и продуктов, содержащих скрытый жир, независимо от их природы и жирно-кислотного состава. В природе не существует «идеального» с позиций оптимального питания источника жира. Жирно-кислотный состав всех используемых растительных масел наряду со значительным содержанием МНЖК и ПНЖК включает в себя и существенные количества среднецепочечных НЖК (10- 15% и более).

Морская рыба в настоящее время является единственным источником жира, адекватное увеличение употребления которого взамен жира животного происхождения и растительного масла может рассматриваться как эволюционно оправданный шаг.

Учитывая возможные индивидуальные особенности обмена веществ, оптимальный уровень жира находится в интервале 20- 30 % от энергетической ценности рациона, т. е. не должен превышать 35 г на 1000 ккал рациона. Для человека со средним уровнем энергозатрат это соответствует примерно 70... 100 г жира в сутки.

Большинство липидных соединений организма человека могут при необходимости быть синтезированы в обменных процессах из углеводов.

Исключение составляют незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты линолевая и линоленовая, входящие соответственно в семейства ω -6 и ω -3.

Углеводы и их значение в питании

Углеводы являются основными энергонесущими макронутриентами в питании человека, обеспечивая 50-70 % общей энергетической ценности рациона. Они способны при метаболизации образовывать макроэргические соединения, причем как в аэробных, так и анаэробных условиях. В результате метаболизации 1г углеводов организм получает энергию, эквивалентную 4 ккал. Обмен углеводов тесно связан с обменом жиров и белков, что обеспечивает их взаимные превращения. При умеренном недостатке углеводов в питании депонированные жиры, а при глубоком дефиците (менее 50 г/сут) и аминокислоты (как свободные, так и из состава мышечных белков) вовлекаются в процесс глюконеогенеза, приводящий к получению необходимой организму энергии. В обратной ситуации происходит активация липогенеза и из лишних углеводов синтезируются жирные кислоты, откладывающиеся в депо.

Наряду с основной энергетической функцией углеводы участвуют в пластическом обмене. Глюкоза и ее метаболиты являются составными частями гликопротеидов, к которым относятся большинство белковых соединений крови (трансферрин, иммуноглобулины), ряд гормонов, ферментов, факторов свертывания крови. Гликопротеиды, а также гликолипиды участвуют вместе с белками и липидами в структурной и функциональной организации биомембран и играют при этом ведущую роль в процессах клеточной рецепции гормонов и других биологически активных соединений и в межклеточном взаимодействии, имеющем существенное значение для нормального клеточного роста, дифференцировки и иммунитета. Углеводы пищи также являются предшественниками гликогена и триглицеридов; они служат источником углеродного основания заменимых аминокислот, участвуют в построении коферментов, нуклеиновых кислот, аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и других биологически важных соединений. Углеводы оказывают антикетогенное действие, стимулируя окисление ацетилкоэнзима А, образующегося при окислении жирных кислот.

Углеводы — это полиатомные альдегидо- и кетоспирты. Они образуются в растениях при фотосинтезе и поступают в организм главным образом с растительными продуктами. Однако все большее значение в питании приобретают добавленные углеводы, которые чаще всего представлены сахарозой, получаемой промышленным способом и вводимой затем в пищевые рецептуры. Все углеводы делятся по степени полимеризации на простые и сложные. К *простым* относятся так называемые сахара - моносахариды: гексозы (глюкоза, фруктоза, галактоза), пентозы (ксилоза, рибоза, дезоксирибоза) и дисахариды (лактоза, мальтоза, галактоза, сахароза).

Сложными углеводами являются олигосахариды, состоящие из нескольких остатков моносахаридов (рафиноза, стахиоза, лактулоза, олигофруктоза) и полисахариды. Полисахариды представляют собой высокомолекулярные полимерные соединения, образованные из большого числа мономеров, в качестве которых выступают остатки моносахаридов. Полисахариды делятся на крахмальные и некрахмальные, которые в свою очередь могут быть растворимыми и нерастворимыми.

Моно- и дисахариды. Они обладают сладким вкусом и поэтому называются сахарами.

Полисахариды сладким вкусом не обладают. Природными источниками простых углеводов являются фрукты, ягоды, овощи, плоды.

Глюкоза (альдегидоспирт) является основным структурным мономером всех важнейших полисахаридов - крахмала, гликогена, целлюлозы. Она поступает с питанием изолированно в составе ягод, фруктов, плодов и овощей, а также в качестве компонента наиболее распространенных дисахаридов: сахарозы, мальтозы, лактозы. Глюкоза быстро и практически в полном объеме усваивается в желудочно-кишечном тракте, поступает в кровь и разносится ко всем органам и тканям для окисления, сопряженного с образованием энергии. Уровень глюкозы в крови наряду с уровнем ряда аминокислот является сигналом для соответствующих структур головного мозга, моделирующих аппетит и пищевое поведение человека. Избыток глюкозы быстро превращается в депонирующиеся триглицериды.

Фруктоза почти в два раза медленнее всасывается в кишечнике и в большей степени задерживается в печени. Фруктоза по более короткому метаболическому пути по сравнению с глюкозой вовлекается в процессы липонезогенеза и способствует отложению жира в депо. Этим объясняются ряд новых фактов, полученных при изучении положительной динамики массы тела у лиц, регулярно употребляющих продукты, обогащенные пищевыми компонентами, содержащими фруктозу. Чрезмерное поступление фруктозы приводит к увеличению концентрации в крови С-пептида, характеризующего степень инсулинрезистентности при развитии сахарного диабета второго типа. Фруктоза содержится в пищевых продуктах как в свободном виде в меде и фруктах, так и в виде фруктозного полисахарида инулина в составе топинамбура (земляной груши), цикория и артишоков.

Основным промышленно производимым дисахаридом является *сахароза*, или *столовый сахар*. Сырьем для его производства служат сахарная свекла (14-25% сахара) и сахарный тростник (10-15% сахара). Натуральными источниками сахарозы в питании являются дыни, арбузы, некоторые овощи, ягоды и фрукты. Сахароза легко усваивается и быстро распадается на глюкозу и фруктозу, которые затем вовлекаются в присущие им обменные процессы. Именно использование сахарозы в качестве существенного компонента многих продуктов (кондитерских изделий, конфет, джемов, десертов, мороженого, прохладительных напитков) привело в настоящее время к увеличению доли моно- и дисахаридов в общем объеме поступающих углеводов в развитых

странах до 50% и выше (при рекомендуемых 20%). В результате на фоне снижающихся энергозатрат увеличивается алиментарная нагрузка на инсулярный аппарат, повышается уровень инсулина в крови, интенсифицируется отложение жира в депо, нарушается липидный профиль крови. Все это способствует увеличению риска развития сахарного диабета, ожирения, атеросклероза и многочисленных заболеваний, базирующихся на перечисленных патологических состояниях.

Лактоза является основным углеводом молока и молочных продуктов (состоит из молекул галактозы и глюкозы) и имеет большое значение в качестве источника углеводов для питания детей. У взрослых его доля в углеводном составе рациона значительно снижается за счет широкого использования других источников. К тому же у взрослых, а иногда и детей снижена активность фермента лактазы, расщепляющего молочный сахар. Последствиями непереносимости цельного молока и продуктов, содержащих его, являются диспептические расстройства. Использование в питании кисло-молочных продуктов (кефира, йогурта, сметаны), а также творога и сыра, как правило, не вызывают подобной клинической картины. Непереносимость молока отмечается у 30-35% взрослого населения Европы, в то время как у жителей Африки - более чем у 75%.

В некоторых фруктах (яблоках, грушах, персиках) и ряде овощей встречается спиртовая форма Сахаров - *сорбит*, являющийся восстановленной формой глюкозы. Он способен поддерживать уровень глюкозы в крови, не вызывая чувства голода и не напрягая инсулярный аппарат. Сорбит и другие многоатомные спирты, такие как ксилит, маннит или их смеси, обладая сладким вкусом (30-40 % сладости глюкозы), используются для производства широкого ассортимента пищевых продуктов, в первую очередь для питания больных сахарным диабетом, а также жевательной резинки. К недостаткам многоатомных спиртов относится их влияние на кишечник, выражающееся в послабляющем эффекте и повышенном газообразовании.

Олигосахариды. Олигосахариды, к которым относятся рафиноза, стахиоза, вербаскоза, в основном содержатся в бобовых и продуктах их технологической переработки, например в соевой муке, а также в незначительных количествах во многих овощах. Фрукто-олигосахариды встречаются в зерновых (пшенице, ржи), овощах (луке, чесноке, артишоках, спарже, ревене, цикории), а также в бананах и меде. Олигосахариды практически не расщепляются в тонком кишечнике человека из-за отсутствия соответствующих ферментов. По этой причине они обладают свойствами пищевых волокон. Некоторые олигосахариды играют существенную роль в жизнедеятельности нормальной микрофлоры толстого кишечника, что позволяет отнести их к пребиотикам - веществам, частично ферментирующимся некоторыми кишечными микроорганизмами и обеспечивающим поддержание нормального микробиоценоза кишечника.

Полисахариды. Основным усваиваемым полисахаридом является *крахмал* - пищевая основа зерновых, бобовых и картофеля. Для облегчения усвоения

крахмала организмом продукт, содержащий его, должен быть подвергнут тепловой обработке. При этом образуется крахмальный клейстер в явной форме, например кисель, или скрытом виде в составе пищевой композиции: каше, хлебе, макаронах, блюд из бобовых. Крахмальные полисахариды, поступившие с пищей в организм, подвергаются последовательной, начиная с ротовой полости, ферментации до мальтодекстринов, мальтозы и глюкозы с последующим практически полным усвоением. Крахмал диссимилируется организмом достаточно длительный период и в отличие от моно- и дисахаридов не обеспечивает столь быстрое и выраженное повышение уровня глюкозы в крови. Однако основные пищевые источники крахмальных полисахаридов (хлеб, крупы, макароны, бобовые, картофель) поставляют в организм значительные количества аминокислот, витаминов и минеральных веществ и минимум жира. В то же время сахар не только не содержит незаменимых нутриентов, но и требует для своей метаболизации в организме затрат дефицитных витаминов и других микронутриентов. Большинство сладких кондитерских изделий одновременно являются и источниками скрытого жира (торты, пирожные, вафли, печенье сдобное, шоколад).

Вторым перевариваемым полисахаридом является *гликоген*. Его пищевое значение невелико - с рационом поступает не более 10- 15 г гликогена в составе печени, мяса и рыбы. При созревании мяса гликоген превращается в молочную кислоту.

У человека излишки глюкозы в первую очередь (до метаболической трансформации в жир) превращаются именно в гликоген - единственный резервный углевод животных тканей. В организме человека общее содержание гликогена составляет около 500 г ($\frac{1}{3}$ в печени, остальное количество в мышцах) — это суточный запас углеводов, используемый при их глубоком дефиците в питании. Длительный дефицит гликогена в печени ведет к дисфункции гепатоцитов и ее жировой инфильтрации.

Величина потребности в углеводах для человека определяется их ведущей ролью в обеспечении организма энергией и нежелательностью синтеза глюкозы из жиров (а тем более из белков) и находится в прямой зависимости от энергозатрат. Учитывая возможные индивидуальные особенности обмена веществ и уровень поступления жира, оптимальный уровень углеводов в питании находится в интервале 55-65% энергоценности рациона, т.е. в среднем составляет 150 г на 1000 ккал рациона. Для человека со средним уровнем энергозатрат это соответствует примерно 300-400 г углеводов в сутки.

Потребность человека с энергозатратами 2 800 ккал в углеводах и их оптимальная групповая сбалансированность может быть в основном обеспечена:

- 1) *ежедневным потреблением:*
 - 360 г хлеба и хлебобулочных изделий;
 - 300 г картофеля;
 - 400 г овощей, зелени, бобовых;
 - 200 г фруктов, ягод;

- не более 60 г сахара (чем меньше - тем лучше);
- 2) *еженедельным потреблением*:
 - 175 г круп;
 - 140 г макаронных изделий.

Некрахмальные полисахариды. Некрахмальные полисахариды (НПС) не перевариваются в тонком кишечнике человека в связи с отсутствием соответствующих ферментных систем, по этой причине ранее они назывались «балластными веществами», признаваясь лишними компонентами пищи, удаление которых в процессе технологической переработки продовольственного сырья считалось вполне допустимым. Это ошибочное мнение наряду с другими чисто технологическими причинами способствовало появлению широкого ассортимента рафинированных (очищенных от НПС) пищевых продуктов, имеющих значительно более низкие показатели пищевой ценности. В настоящее время не вызывает сомнений, что НПС играют значительную роль в жизнеобеспечении организма как на функциональном, так и на метаболическом уровнях, что позволяет отнести их к группе незаменимых факторов питания человека.

Пищевые волокна. *Пищевые волокна* - это съедобные компоненты пищи, главным образом растительной природы, устойчивые к перевариванию и усвоению в тонком кишечнике, но подвергающиеся полной или частичной ферментации в толстом кишечнике.

Хорошими источниками ПВ в питании являются бобовые, зерновые, орехи, а также фрукты, овощи и ягоды. Чем выше степень очистки (рафинирования) продовольственного сырья при технологической переработке, тем меньше ПВ (а также и многих микронутриентов) остается в конечном продукте.

Основные физиологические эффекты ПВ связаны с обеспечением нормальной моторики кишечника, поддержания нормального микробиоценоза кишечника и сорбционными свойствами. Нормальная моторика кишечника обеспечивает оптимальные эвакуаторные свойства желудочно-кишечного тракта, его секреторные (ферментативные, желчевыделительные, гормональные) функции, снижает возможность аутоинтоксикации. В результате частичной или полной ферментации ПВ нормальной микрофлорой толстого отдела кишечника образуются короткоцепочечные жирные кислоты (уксусная, пропионовая, масляная) и газы (углекислый, водород, метан). Все эти продукты ферментации используются для поддержания жизнедеятельности микрофлоры кишечника и участвуют в обмене клеток слизистой оболочки толстого кишечника. Жирные кислоты с короткой углеводной цепочкой усваиваются клетками слизистой оболочки и метаболизируются с выделением необходимой энергии (до 2ккал из 1г ПВ). Масляная кислота активно используется клетками слизистой оболочки толстого кишечника и по некоторым данным играет важную роль в защите эпителия толстого кишечника от различных патологических процессов, в том числе и неопластических.

Нормирование ПВ проводится в отношении всей группы входящих в них соединений. Для взрослого здорового человека оптимальным ежедневным количеством ПВ считается 11- 14 г на 1 000 ккал рациона, что составляет 25... 35 г/сут. Это количество в полном объеме может поступить в организм с тем же продуктовым набором, который обеспечивает потребность в углеводах в целом.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЖИРЫ (ЛИПИДЫ)

Функции:

- Энергетическая.
- Строительная, т.к. все клеточные мембраны представляют собой белково-жировые комплексы.
- Защитная, поскольку подкожная жировая клетчатка обеспечивает оптимальную деятельность системы терморегуляции, а жировая ткань, выстилающая все внутренние органы, в определённой степени защищает их от сотрясений.
- Витаминосменная, т.к. без жиров невозможно усвоение некоторых витаминов (А, D, Е, К).

Недостаток жиров приводит к:

- замедлению роста и развития ребёнка;
- снижению защитных сил организма;
- нарушению слизистых оболочек;
- ухудшению состояния кожи, волос, ногтей;
- опущению внутренних органов из-за истощения висцеральной жировой прослойки.

Избыток жиров приводит к:

- ухудшению процессов пищеварения;
- неполноценному усвоению белков;
- снижению возбудимости коры головного мозга.

Норма потребления жиров для взрослого человека оставляет 1-1,5г на 1кг «сухой» массы тела. При этом 1/3 этого количества должна быть представлена жирами растительного происхождения и 2/3 – жирами животного происхождения.

БЕЛКИ (ПРОТЕИН)

Функции:

- Пластическая, т.к. белки служат основным строительным материалом клеток организма. Однако строителями клеток организма являются углеводы, которые как возводят «стены» из белковых кирпичиков.
- Каталитическая, т.к. особые белки – ферменты - являются катализаторами и регуляторами обменных процессов в организме.
- Гормональная, т.к. большая часть гормонов человеческого организма имеют белковую природу.
- Защитная, т.к. белки обеспечивают специфичность, лежащую в основе явлений иммунитета и аллергии.
- Транспортная, т.к. белки принимают участие в транспортировке кислорода кровью, липидов, углеводов, некоторых витаминов, гормонов и лекарственных веществ.

- Энергетическая. Эту функцию выполняет небольшая часть белков, однако энергетическая функция белков усиливается при голодании и при относительном дефиците углеводов и жиров.

Недостаток белка приводит к:

- замедлению роста;
- дефициту массы тела;
- атрофии скелетных и органических мышечных тканей;
- слабости и постоянному чувству голода;
- нарушению формирования ЦНС и других органов и систем;
- опасности развития малокровия, рахита, гиповитаминоза, острых респираторных и других инфекционных заболеваний.

Избыток белка приводит к:

- неполному расщеплению белков;
- увеличению нагрузки на почки;
- повышению нервной возбудимости;
- образованию продуктов гниения в ЖКТ;
- упрощению возникновения аллергических реакций.

Норма потребления белков для взрослого человека, не ведущего активный образ жизни оставляет 1-1,3гр на 1кг «сухой» массы тела. Потребность в белке детей, подростков значительно выше. Человек, ведущий физически активный образ жизни, должен получать белка в количестве не менее 1,5-2гр на 1кг «сухой» массы тела.

УГЛЕВОДЫ

Функции:

- Энергетическая. Это основная функция углеводов. Именно углеводы поддерживают деятельность мозга, сердца, печени.
- Участие в жировом обмене.
- Строительство структур организма из белковых кирпичиков.

Недостаток углеводов приводит к:

- резким нарушениям метаболизма;
- накоплению в организме недоокисленных продуктов жирового обмена;
- усиленному расщеплению тканевых белков, в первую очередь мышечных;
- снижению умственной и физической работоспособности;
- слабости и плохому настроению.

Избыток углеводов приводит к:

- вялости;
- повышению аппетита.

Норма потребления углеводов в суточном рационе должна составлять как минимум 50-60гр. При этом сложных углеводов необходимо потреблять в 2 раза больше, чем простых. Для физически активного человека количество углеводов должно быть в 2 раза больше количества белка, т.е. примерно 3-5гр углеводов на 1кг «сухой» массы тела.

Группы по профессиям	Возрастные категории (лет)	Энергия (ккал)	Белки (г) (общее количество /животные)	Жиры (г)	Углеводы (г)
I	18-29	2400	78/43	88	324
	30-39	2300	75/41	84	310
	40-59	2200	72/40	81	297
II	18-29	2550	77/42	93	351
	30-39	2450	74/41	90	337
	40-59	2350	70/39	86	323
III	18-29	2700	81/45	99	371
	30-39	2600	78/43	95	358
	40-59	2500	75/41	92	344
IV	18-29	3150	87/48	116	441
	30-39	3050	84/46	112	427
	40-59	2900	80/44	106	406

КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

1. ОТ ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА БЕЛКА БЕЛКИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПИТАНИИ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ДОЛЖНЫ СОСТАВЛЯТЬ

- а) 35%
- б) 45%
- в) 55%
- г) 60%

2. ОПТИМАЛЬНЫМ СООТНОШЕНИЕМ БЕЛКОВ, ЖИРОВ И УГЛЕВОДОВ В РАЦИОНАХ ВЗРОСЛОГО ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ, ЗАНЯТОГО ПРЕИМУЩЕСТВЕННО УМСТВЕННЫМ ТРУДОМ, ЯВЛЯЕТСЯ:

- а) 1 : 1 : 4
- б) 1 : 0.8 : 5
- в) 1 : 1.1 : 4.8
- г) 1 : 0.8 : 3
- д) 1 : 1 : 6

3. В ОСНОВНОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ФУНКЦИЮ В ОРГАНИЗМЕ ВЫПОЛНЯЮТ

- а) витамины
- б) углеводы
- в) белки
- г) макроэлементы
- д) микроэлементы

4. С ДЕФИЦИТНЫМ ПИТАНИЕМ СВЯЗАНЫ

- а) гастриты, энтериты, колиты
- б) алиментарная дистрофия
- в) гиповитаминозы
- г) подагра

5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИРОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ОБУСЛОВЛЕНА:

- а) хорошей усвояемостью
- б) высокой энергетической ценностью
- в) хорошими органолептическими свойствами
- г) высоким содержанием витаминов А и D
- д) содержанием полиненасыщенных жирных кислот

6. КАЛОРИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ БЕЛКОВ И УГЛЕВОДОВ:

- а) 3 ккал/г;

- б) 4 ккал/г;
- в) 5 ккал/г;
- г) 6 ккал/г.

7. БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЖИРОВ:

- а) являются важным источником энергии;
- б) улучшают вкусовые свойства пищи;
- в) являются источником фосфатидов и полиненасыщенных жирных кислот;
- г) являются источником витаминов группы В;
- д) являются источниками жирорастворимых витаминов.

8. НАРУШЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ БЕЛКОВОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ:

- а) развитие жировой инфильтрации печени;
- б) изменение химического состава и морфологического строения костей;
- в) изменения в эндокринных железах и понижение их функциональной способности;
- г) снижение иммунобиологической реактивности организма.

9. БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ БЕЛКОВ:

- а) являются пластическим материалом;
- б) участвуют в синтезе гормонов;
- в) участвуют в синтезе ферментов;
- г) участвуют в синтезе антител.

10. ПРОДУКТЫ – ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОВ:

- а) овощи и фрукты;
- б) мясо и мясные продукты;
- в) злаковые и продукты их переработки;
- г) молоко и молочные продукты;
- д) сахар и кондитерские изделия.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Румянцев Г.И. Гигиена XXI век, М.: ГЭОТАР, 2009.
2. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. Гигиена и основы экологии человека. М.: Академия, 2004, 2010.

Дополнительная литература:

1. Королев А.А. Гигиена питания: учебник М.: Академия, 2006, 2014.
2. Катаева В.А., Лакшин А.М. Руководство к практическим и самостоятельным занятиям по общей гигиене и основам экологии человека. М.: Медицина, 2005.
3. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» МР 2.3.1.2432 – 08.