

Хранене и храносмилане

Цели

Автор: Проф. Тодор Николов

Цели на преподавателя: Да се опишат необходимите за поддържане на живота храни и тяхното разграждане, да се представят някои клинични аспекти на храненето и смущения при храносмилането, а също и да се дадат някои препоръки за здравословна диета.

След работа с този раздел студентите ще могат да постигнат следните учебни цели:

А. Знания

1. Да дадат определение на хранене;
2. Да опишат значението на въглехидратите, липидите и белтъците за храненето;
3. Да дадат определение за азотен баланс;
4. Да изброят водноразтворимите и мастноразтворимите витамини в храната;
5. Да дефинират макроелементи, микроелементи, водно-солеви баланс и да дадат значението на минералните соли и на водата за храненето;
6. Да дадат определение за храносмилане и резорбция на хранителните вещества;
7. Да дефинират що е базален метаболизъм и какви са дневните енергетични нужди;
8. Да изброят факторите, от които се повлиява базалният метаболизъм (BMR);
9. Да дадат определение на понятията "идеално тегло", наднормено тегло и индекс на телесна маса;

Б. Разбирания

1. Да обяснят как се извършва смилането на въглехидрати, липиди, белтъци;
2. Да обяснят резорбцията на монозахаридите, разградните продукти на липидите, аминокиселините;
3. Да представят схемата на образуване на солна киселина в стомашната лигавица;
4. Да обяснят как се извършва смилането на нуклеинови киселини и други органични съединения, съдържащи фосфатни остатъци;
5. Да обяснят как се образува фекалната маса и каква е ролята на чревната флора;

В. Умения

1. Да приложат познанията си върху предишни раздели и да представят биохимичната

роля на водноразтворимите и мастноразтворимите витамини в храната;

2. Да формулират причините за някои болестни състояния като квашиоркор, маразм, авитаминози и хиповитаминози, затлъстяване;
3. Да приложат познанията си върху предишни раздели и да опишат ролята на жлъчните киселини и техни соли за смилане на липидите;
4. Да приложат познанията си върху предишни раздели и да опишат превръщане на зимогени на смилателните ензими в активни ензими;
5. Да илюстрират с примери болестни смущения на храносмилането и резорбцията;
6. Да изчисляват BMR и енергията за физическа активност при ниски, умерени и високи натоварвания;
7. Да илюстрират с примери съставките на здравословна диета;
8. Да съставят план за възстановяване на "идеалното тегло".

19.1. Храни

19.1.1. Резюме

За да поддържа живота си, човешкият организъм трябва да внася постоянно вещества, процес известен като хранене. Хранителните вещества (храните) доставят на организма:

1. Химична енергия, необходима за задоволяване на енергетичните му нужди;
2. Белтъци, респ. аминокиселини, необходими за изграждането на непрекъснато обменящите се белтъци, както и за синтезата на някои други азотсъдържащи биологично активни метаболити;
3. Неорганични съединения (соли) и вода, необходими за заместване на изнасяните от него;
4. Витамини - биологично активни съединения, които човешкият организъм не е в състояние да синтезира.

По-голямата част от съдържащите се в храните органични съединения са олиго- и полимери, т.е. производни органични структури, например скорбяла, белтъци, комплексни липиди и др.

Много болестни състояния на организма се свързват с неправилно хранене, т.е. с грешки в диетата: недобро съотношение между отделните хранителни съставки, прехранване или недохранване, респективно недоимък на някои хранителни съставки. Лечението на много заболявания се съчетава със съответна диета. По тези причини се обръща особено голямо внимание на хранителния режим при физиологично здрави или при болни индивиди.

19.1.2. Въглехидратите в храната

Основни енергетични доставчици на организма са въглехидратите и мазнините. Белтъците, респективно аминокиселините са допълнителен енергетичен ресурс. Каква част от необходимата му енергия ще получи организъмът от аминокиселини, зависи доколко той покрива своите енергетични нужди от въглехидрати и мазнини.

Глюкозата е основен въглехидратен източник на енергия за много тъкани, а за някои като например мозъка е почти единствен. Храната, обаче, съдържа много малко свободна глюкоза. Организмът получава необходимата му глюкоза почти напълно от скорбяла и в по-малка степен от някои съдържащи глюкоза дизахариди като обикновената захар (захароза) и млечната захар (лактоза). Тези дизахариди освен глюкоза съдържат и други монозахариди - фруктоза и галактоза. Свободни глюкоза и фруктоза организмът получава и от меда, както и от увеличаващия се напоследък по употреба глюкозо-фруктозен сироп. Галактозата и фруктозата се трансформират в черния дроб също в глюкоза. Организмът може да синтезира глюкоза и от други източници, например аминокиселини чрез метаболитен процес известен като глюконеогенеза. (виж т. 6.2.). Минималната дневна нужда за въглехидрати на здрав човек се определя между 50 - 100 грама, но обикновено са необходими по-големи количества, за да се спести наднорменото изполване на мазнини, което може да доведе до кетогенеза, както и на белтъци (предимно мускулни).

Предимно в растителната храна се съдържат и други полизахариди, на първо място целулоза, но освен това и хемицелулоза, пектини, растителни гуми и др. Те са полимери или само на глюкозата, например целулозата, или съдържат и други монозахариди и техни производни. Тези полизахариди не се смилат в храносмилателния тракт на човека. Преминават в дебелото черво, където заедно с други несмилаеми компоненти на храната (лигнин) формират влакнеста маса, известна като "хранителни влакна", съществен компонент на фекалиите. За ролята на хранителните влакна виж т. 19.2.11.

19.1.3. Липидите в храната

Другият основен източник на енергия са липидите. В храната се съдържат обикновено комплексни липиди: триацилглицероли (мазнини), по-малко фосфолипиди и естерифициран холестерол. Организмът получава най-много енергия от окислителното разграждане на съдържащите се в тях мастни киселини, и по-малко от глицерола. Друга хранителна функция на мазнините, освен като източник на енергия, е че те подпомагат внасянето в организма на мастноразтворимите витамини.

Освен това чрез мазнините човешкият организъм си доставя и някои полиненаситени мастни киселини, които не може да синтезира, но които са му необходими, защото от тях изгражда биологичноактивни производни, функциониращи като локални хормони: простагландини, тромбосани, левкотриени. Наричат се незаменими (есенциални) мастни киселини. Това са линоловата (с две двойни връзки) и линоленовата (с три двойни връзки). Те се синтезират само в растенията, но човек си ги доставя освен чрез растителните масла, още и чрез животински мазнини (обикновено мазнините, включени в месото и особено в птичето и рибено месо). До известна степен, макар и условно, като незаменима се приема и арахионовата киселина (тетраенова с 20 въглеродни атома), особено при недоимък в храната на линолова киселина, от която човешкият организъм я синтезира.

19.1.4. Белтъците в храната. Азотно хранене

Единствен източник на азот за нуждите на организма са белтъците. Те доставят аминокиселините, необходими за изграждане на непрекъснато обменящите се белтъци, както и за синтезата на някои други азотсъдържащи метаболити като пуриновите и пиримидиновите бази и порфириновия пръстен на хема, респективно хемоглобина и на други желязо-порфиринови съединения (кофактори на цитохроми и др.).

Ежедневната белтъчна нужда на организма зависи много от "качеството" на съдържащите се в храната белтъци. Качеството на белтъка, което по-често е известно и като негова "хранителна стойност" се обуславя от съдържанието и съотношението на съдържащите се в него незаменими или есенциални аминокиселини. Есенциални аминокиселини са тези, които човешкият организъм не може да синтезира, поради което задължително трябва да внася с храната. За човека те са осем: левцин,

изолевцин, валин, метионин, фенилаланин, лизин, триптофан и треонин. Хистидинът и аргининът се приемат като незаменими аминокиселини при децата, а според някои и за възрастни.

Колкото съдържанието на незаменимите аминокиселини и тяхното съотношение е по-близко до това на човешките белтъци, толкова е по-висока хранителната стойност на съдържащите се в храната белтъци и толкова по-малки количества от тях трябва да се съдържат в диетата. Най-общо може да се каже, че хранителната стойност на животинските белтъци е по-висока от тази на растителните. При растителната храна най-много белтъци съдържат зърнените храни, а от тях като най-пълноценни се приемат белтъците на соята и боба. Царевичният белтък зеин е много слабо хранителен, понеже не съдържа триптофан. Ако човек си доставя белтъци с растителна храна, тяхното количество в диетата трябва да е по-голямо, отколкото ако приема животински белтъци, например месо.

Под азотен баланс се разбира съотношението между отделения за известен период от време (например 24 часа) азот под формата на азотсъдържащи органични и неорганични вещества от организма (с урината, потта и фекалиите) и приеманият за същото време азот с храната. При здрав възрастен човек трябва да има азотно равновесие. Положителен азотен баланс се наблюдава при деца и младежи в пубертетната възраст, при възстановяване след тежки и изтощителни заболявания (реконвалесценция), при бременност и лактация. При такива състояния количеството на белтъците в диетата трябва да бъде повишено. Отрицателен азотен баланс се наблюдава при хронично недохранване с белтъци, при тежки изтощителни заболявания и при старци.

19.1.5. Витамините в храната

С храната човек си доставя и необходимите му витамини. Тяхното съдържание в различните храни отдавна е добре установено. Известни са и ежедневните нужди на организма от различни витамини. Те се менят от физиологичното състояние на организма (възраст, физически натоварвания и др.). Биохимичната роля на отделните витамини е разгледана, както следва:

в т. 2.5.1, т. 2.5.6, т. 4.1.1, т. 4.1.5, т. 4.3.5, т. 5.2.1, т. 5.2.5.3, т. 5.2.6.1, т. 5.2.6.2, т. 5.2.6.6, т. 5.3.6.2, т. 5.3.6.4, т. 5.5.1, т. 5.5.4, т.5.6.1, 5.6.5, т. 6.2.3, т. 6.4.4, т.7.1.1, т.7.1.2.5, т. 7.4.5.3, т. 7.6, т. 8.1.1, т. 8.1.3, т. 8.1.5.

Водноразтворимите витамини преминават в порталната кръв, а мастноразтворимите се движат заедно с липидите по лимфообръщението в състава на хиломикроните. Голяма част от необходимия му витамин К организмът си доставя чрез биохимичната дейност на чревната бактериална флора (виж по-нататък).

19.1.6. Минерални соли и вода в храната

Организмът приема ежедневно и минерални вещества, някои от които в сравнително по-големи количества (над 100 мг дневно) - макроелементи, а други в по-малки (под 100 мг дневно) - микроелементи. Минералните вещества изпълняват както физиологични, така и биохимични функции. Тяхното внасяне е необходимо, за да заместят постоянно изнасяните от него минерални вещества с урината, потта и други екскрети. Минерални вещества се съдържат в храните, но отчасти се приемат и с водата. Необходимо е някои минерални вещества да се добавят в храната, например готварска сол (натриев хлорид), калиева сол, йод (йодирана сол) и др.

Организмът изнася непрекъснато от себе си вода с урината, фекалиите, потта и други екскрети. Необходимо е изнасяната вода да се замества с нова, поемана или пряко като течност, или в състава на различни храни. Говори се за водно-солеви баланс, т.е. съотношението между изнасяните от организма за определено време соли и вода и поеманите за същото време отвън. Обикновено има водно-солево равновесие, но

понякога балансът е положителен или отрицателен. При водно равновесие организмът поема на ден по-малко вода, отколкото отделя, защото в него се синтезира вода в резултат на аеробните окислителни процеси. Организмът притежава сложна и отлично организирана система за регулиране на водно-солевия баланс.

19.1.7. Някои клинични аспекти на храненето

Грешки в диетата, или неправилният начин на хранене се свързват с появата или усложняването на някои патологични състояния на организма. Хранителният режим може да подобри състоянието и протичането на някои заболявания.

Хроничен недоимък на белтък в храната води до болестно състояние, познато като **квашоркор**. Хроничен недоимък на енергетични ресурси (въглехидрати и мазнини) в храната, т. нар. хронично гладуване, макар и да не е обособено като нозологична единица, е свързано с разнообразни смущения в енергетичния метаболизъм. Съчетаната хронична липса на достатъчно белтъци и енергийни източници в храната довежда в крайна сметка до пълно изтощаване на организма, известно като **маразъм**. Хранителен режим, при който е намалено количеството на "хранителните влакна" в дебелото черво, се приема като фактор, увеличаващ риска от поява на дивертикули в чревната лигавица, рак на дебелото черво и дори сърдечно-съдови смущения.

Добре известни са състоянията, които се дължат на липса или на намалено количество на витамини в храната (**авитаминози и хиповитаминози**). Описани са и състоянията, които се дължат на намалено приемане на есенциални мастни киселини и аминокиселини с мазнините, респективно с белтъците.

От друга страна много болестни състояния се свързват с прекомерно приемане на някои хранителни съставки на храната. Такова е **затлъстяването**, което (при липса на хормонални смущения) се свързва с наднормено приемане с храната на доставящи енергия съставки (най-вече въглехидрати, но също така и липиди). Прекомерното затлъстяване се приема като такова опасно заболяване, каквото е независимият от инсулин диабет. Прекомерното поемане на мазнини, особено на такива, съдържащи почти само наситени мастни киселини (животински мазнини, твърд маргарин) се свързва с появата на атеросклеротични изменения в в кръвоносните съдове, предшестващи инфаркт на миокарда и мозъчен инсулт. Няма съмнение, че тези състояния се усложняват много и от прекомерното поемане на холестерол с храната. Повишеното приемане на мазнини се приема и като рисков фактор за рак на дебелото черво, гръдните жлези и простатата. Повишеното кръвно налягане и склерозата на мозъчните артерии се свързват и с повишено приемане на готварска сол. Известни са и заболявания, които се дължат на наднормено приемане на някои мастноразтворими витамини (A, D) с храната - хипервитаминози. Някои свързвани с диетата заболявания се дължат всъщност на нарушения в смилането и резорбцията на хранителните вещества (виж т. 20.2.12). Тези и много други факти оправдават голямото внимание, което се отделя в медицината на режима на хранене, на състава на хранителните продукти, на съставянето на диети, съответни на различни заболявания и на различни физиологични състояния на организма.

19.2. Смилане и резорбция на хранителните вещества

Много голяма част от съдържащите се в храните хранителни вещества са производни структури, олиго- и полимери. Такива са ди- и полизахаридите (захароза, лактоза, скорбяла и др.), белтъците, комплексните липиди (триацилглицероли, фосфолипиди и др.). **Хидролизата до техните мономерни съставки се нарича храносмилане**. При човека то се извършва в отделите на храносмилателния тракт с помощта на ензими от групата на хидролазите.

19.2.1. Резюме

Както беше изтъкнато по-преди, в клетките могат да постъпват само "основни органични структури", т.е. органични молекули, които вече не се подлагат на хидролиза. Много голяма част, обаче, от съдържащите се в храните хранителни вещества са производни структури, олиго- и полимери. Такива са ди- и полизахаридите (захароза, лактоза, скорбяла и др.), белтъците, комплексните липиди (триацилглицероли, фосфолипиди и др.). Необходимо е преди да бъдат резорбирани, те да се хидролизират до техните мономерни съставки. Този процес се нарича **храносмилане**. При човека той се извършва в отделите на храносмилателния тракт с помощта на ензими от групата на хидролазите.

Клетките могат да поемат от окръжаващата ги среда и полимери, например белтъци, пептиди, мазнини и др., та дори и цели клетки или части от клетки. Това става чрез процес, описван като ендоцитоза (пино- и фагоцитоза). Погълнатите по този начин органични съединения се включват във вакуоли, в които се смилат по начин аналогичен на смилането им в храносмилателния тракт и едва след това получените мономерни постъпват в цитозола. Затова съдържащата се както в храносмилателния тракт, така и в хранителните вакуоли материя се приема като външна за организма, респективно за клетката.

Полимерните и олигомерни съставки на храната се подлагат на хидролиза от специфични хидролази, които се съдържат в т.нар. храносмилателни сокове. Такива са слюнката - секрет на слюнчените жлези и на разпръснати клетки, разположени в задната част на езика, стомашният сок - секрет на специфични клетки, разположени в стомашната лигавица; панкреатичният сок - секрет на екзокринния панкреас, чревният сок - секрет на специфични секреторни клетки разпръснати в лигавицата на дванадесетопръстника (дуоденума) и тънките черва. За смилането на комплексните липиди съдейства и жлъчният сок, отделян от черния дроб.

Продуктите от смилането на хранителните вещества постъпват в организма, процес известен като резорбция. Резорбцията се извършва предимно в горната част на тънките черва (йеюnum). Съвсем слаба резорбция има и в стомаха. Резорбираните вещества преминават в порталната кръв с изключение на липидите, които се поемат от лимфата.

Солите на жлъчните киселини и други съставки на жлъчката се резорбират обратно в кръвта в долната част на тънките черва (илеум) в процес, означаван като ентерохепатален кръговрат. Несмлени и несмилаеми остатъци от храната и смилателните сокове преминават в дебелото черво (колон). Там се съгъстват чрез обратна резорбция на част от водата и формират фекалната маса. Още в тънките черва, но предимно в дебелото черво тя се подлага на действието на бактерии (чревна бактериална флора), в резултат на което се образуват някои продукти. Част от тях се резорбират в кръвта, като някои са токсични за организма. Чревните бактерии "снабдяват" организма и с някои полезни метаболити (напр. витамин К и др.), несмилаеми растителни съставки като целулоза, хемицелулоза, лигнин и др. Образуват влакнеста материя (влакнеста маса наречена хранителни влакна), която има благоприятно влияние върху процесите в дебелото черво. Смушения в храносмилането и резорбцията на хранителните вещества се дължат обикновено на намалена продукция на смилателните ензими, на нарушени механизми на транспорт, или на увреждане на епителните клетки на лигавиците.

19.2.2. Смилане на въглехидрати

Смилането на полизахаридите започва още в слюнката под действието на слюнчената α -амилаза, която откъсва малтоза от съставките на скорбялата (амилоза и амилопектин) и гликогена. Действието ѝ обаче е много ограничено, понеже храната престоява малко време в устната кухина, но може да продължи и в стомаха, макар и потиснато от киселия стомашен сок. Разграждането на олиго- и полизахаридите се извършва фактически в червата под действието на ензими отделяни в панкреатичния и чревния сокове.

Панкреатичният сок съдържа α -амилаза, подобна на слюнчената (разкъсва само α -1,4-О-гликозидни връзки. В резултат от нейното действие скорбялата и малкото количество гликоген, както и олигозахаридните остатъци, останали от действието на слюнчената амилаза, се разграждат до малтоза, малтотриоза, смес от разклонени олигозахаридни фрагменти, съдържащи α -1,6-О- гликозидни връзки (така наречените "ограничени декстрини", малко неразклонени олигозахариди и съвсем малко глюкоза. Секрецията на панкреатичната амилаза се стимулира от хормона холецистокинин, отделян от клетки на дуоденума и йеюна в кръвта.

Хидролизата на останалите олиго- и дизахаридни молекули се довършва от ензими на чревния сок, които се отделят от жлезни клетки в чревната лигавица, обособени като Брунерови и Либеркюневи жлези. В техния секрет се намират специфични олиго- и дизахаридози като: малтаза (α -глюкозидаза), която хидролизира α -1,4-О- гликозидни връзки откъм нередуциращия край на олигозахариди и в малтозата, отделяйки глюкоза; захараза (α -фруктозидаза), която хидролизира фруктозата, но също така разгражда и α -1,6-връзки в "ограничени декстрини"; лактаза (α -галактозидаза), която разгражда млечната захар до галактоза и глюкоза, но също така атакува целобиоза и други ди- и олигозахариди, съдържащи α -гликозидни връзки и др. Много от тези ензими са закотвени в мембраните на чревните епителни клетки, от където действат върху своите субстрати.

В резултат от съвместното действие на всички гликозидази в храносмилателния тракт, намиращите се в храната олиго- и полизахариди се разграждат до съответните монозахариди (най-много глюкоза). Целулозата и много от комплексните полизахариди не могат да се хидролизират в човешкия храносмилателен тракт, поради липса на съответни ензими. Те преминават в дебелото черво, където формират, заедно с лигнин и други несмилаеми вещества така наречените "хранителни влакна" - влакнеста маса, включена във фекалиите, но която има и определено физиологично значение (виж по-нататък).

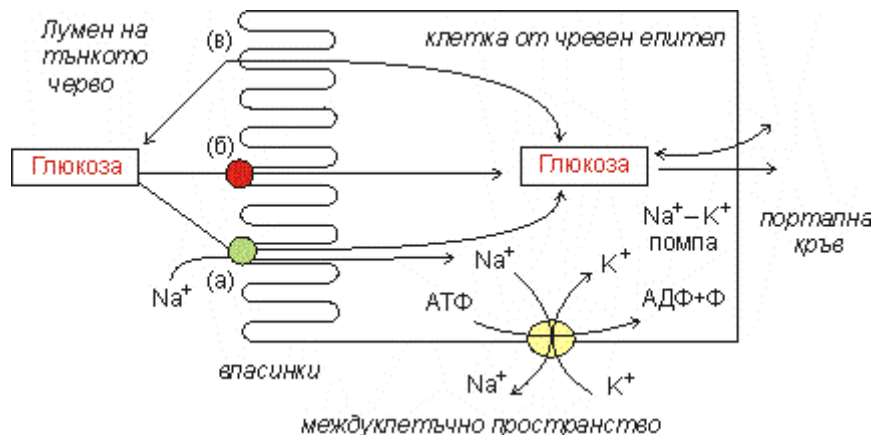
19.2.3. Резорбция на монозахаридите

Получените под въздействието на смилателните ензими монозахариди се резорбират предимно в горната част на тънките черва. Резорбцията им следва два механизма:

- 1) Активен транспорт срещу концентрационен градиент;
- 2) Проста дифузия.

Най-бързо се резорбират глюкозата и галактозата. Фруктозата се резорбира по-бавно. Резорбцията ѝ се улеснява от независим от натриеви йони глюкозен преносител, т.е. глюкозата улеснява фруктозната резорбция. Активният транспорт на глюкозата през клетките, покриващи власинките на чревната мукоза ("бръш бордър") бива два вида:

- 1) С участието на зависим от Na^+ белтъчен преносител, който внася глюкозните молекули срещу концентрационен градиент, при симпорт на натриеви йони. Процесът е спрегнат с разграждане на АТФ, като енергията е необходима за задвижване на натриево/калиева помпа, която връща навън внесените с глюкозата натриеви йони срещу внос на калиеви йони (фиг. 19-1).
- 2) С участието на независим от натриеви йони глюкозен преносител.



Фиг. 19-1. Транспорт на глюкоза през клетките на чревната лигавица. а - посредством зависим от Na^+ белтъчен преносител; б - посредством независим от натриеви йони глюкозен преносител; в - посредством дифузия.

От ентероцитите глюкозата преминава чрез свободна дифузия в порталното кръвообръщение и се отнася към черния дроб.

19.2.4. Смилане на липиди

На хидролиза в храносмилателния тракт се подлагат комплексните липиди като триацилглицеролите (мазнините), фосфолипидите и естерифицираният холестерол. Слюнката съдържа липаза, отделяна от жлези, разположени в лигавицата на езика. Нейното действие се проявява предимно в стомаха, където се прибавя към отделяната в стомашния сок липаза. В стомаха се атакуват предимно триацилглицероли, съдържащи мастни киселини с къси и средно дълги вериги (до 10 - 14 въглеродни атома). Такива мастни киселини се намират предимно в мазнините на млякото. Затова хидролизата на триацилглицероли в стомаха е от по-голямо значение за кърмачетата. Хидролизата е непълна. Получават се освен късо- и средноверижни мастни киселини и 1,2-диацилглицероли. Наличието на белтъци в храната буферира силно киселата секреция на стомашния сок и предпазва донякъде липазата от киселинна денатурация. Приема се, че стомашната липаза успява да хидролизира частично до около 30 % от поетите с храната триацилглицероли.

Смилането на липидите продължава в червата. Съдържанието на постъпващата в червата от стомаха хранителна маса (химус) е кисело, но алкалните панкреатичен и чревен сокове неутрализират бързо киселинността му (виж по-нататък). За това допринася и алкалният жлъчен сок. Така че чревното съдържимо има алкална реакция. Триацилглицеролите се хидролизират от панкреатична липаза. Действието на този ензим, комбинирано с предшестващото действие на слюнчената и стомашната липази довежда триацилглицеролите отчасти до ди- и моноацилглицероли, отчасти до свободни мастни киселини. Действието на липазите в червата се облагоденствва твърде много от солите на жлъчните киселини и се активира от белтъчен активатор, известен като колипаза, белтък секретирани също от екзокринния панкреас. (За действието на жлъчката виж по-нататък). Други специфични естерази отделят мастни киселини и от фосфолипидите. Най-съществена от тях е фосфолипаза A_2 , която хидролизира естерната връзка на втора позиция в глицерофосфолипидите, превръщайки ги в лизофосфолипиди (например лизолецитини). Холестеролите естери се атакуват от специфична холестеролестераза до свободен холестерол и мастни киселини.

19.2.5. Роля на жлъчните киселини, респективно соли при смилане на липидите

Действието на панкреатичната липаза зависи много от наличието на жлъчка в интестиналният тракт. Жлъчката е екскрет на черния дроб, но фактически в червата се излива жлъчно съдържание от жлъчния мехур. То съдържа соли на жлъчните киселини - най-количествената му съставка, жлъчни пигменти, холестерол, неорганични соли, муцин и др. Солите на жлъчните киселини играят съществена роля при смилането на комплексните липиди, и най-вече на триацилглицеролите. Те притежават забележителното свойство да понижават значително повърхностното напрежение на границата липид/ вода, поради което се натрупват като монослой на тази граница. По такъв начин допринасят най-много (освен механичното действие на чревната перисталтика и наличието на свободни мастни киселини - продукти на слюнчената и стомашна липази) за финото емулгиране на липидите в червата до микроскопични капчици - липозоми и мицели. По такъв начин увеличават извънредно много повърхността, върху която действа липазата. Жлъчните киселини са типични амфипатични молекули.

Действието на липазата върху покритите с монослой от жлъчни соли липидни молекули, обаче, става възможно само при наличието на друг специфичен белтък, наречен колипаза, който се съдържа в панкреатичния сок. Колипазата се свързва строго специфично с липазата в съотношение 1:1 и действа като кофактор (от тук и названието) на този ензим, който го активира.

19.2.6. Резорбция на разградните продукти на липидите

Мазнините се резорбират в по-голямата си част (над 70 %) като 2-моноацилглицероли и по-малко (20 - 25 %) като свободни мастни киселини. Могат да се резорбират и малки количества 1-моноацилглицероли. Тази резорбция става, обаче, след като се включат в мицели и липозоми, образувани от солите на жлъчните киселини, фосфатидилхолин и холестерол и така преминават през мембраната на ентероцитите. В тези клетки се извършва ресинтеза на триацилглицероли, които по състава си вече приличат на специфичните за човека мазнини. Глицеролът от смлените мазнини се резорбира и преминава в порталната кръв чрез проста дифузия. Освен мастни киселини в ентероцитите преминават по подобен начин свободният (неестерифициран) холестерол от хранителен и отчасти от жлъчен произход и лизофосфолипидите. В чревноепителните клетки те се превръщат отново в естерифициран холестерол и фосфолипиди. Заедно с ресинтезираните триацилглицероли те формират с помощта на специфични белтъци липопротеинови комплекси, наречени хиломикрони, които преминават в лимфата и чрез ductus thoracicus се отнасят в кръвообръщението. Хиломикроните придават на лимфата млечноподобен изглед (хилус). Мастни киселини с по-къси вериги (10 - 12 въглеродни атоми) преминават направо в порталната кръв.

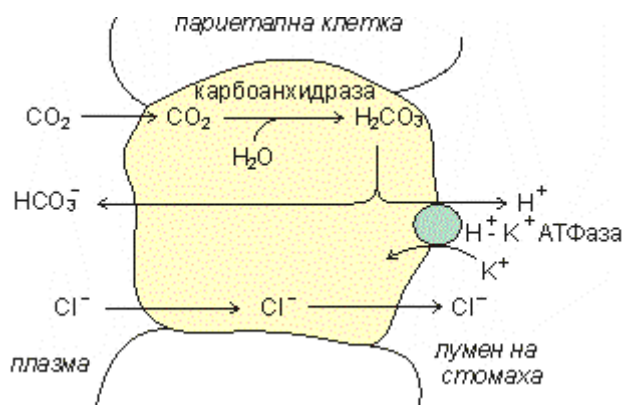
Солите на жлъчните киселини и част от неестерифицирания холестерол се придвижват до долната част на тънките черва (илеум), където се резорбират в кръвообръщението, т.е. постъпват в т. нар. "ентерохепатален кръговрат на жлъчката".

19.2.7. Смилане на белтъци

Храната съдържа значителни количества растителни и животински белтъци. Смилането на белтъците започва в стомаха под действието на ензима пепсин. Пепсинът се синтезира в неактивна форма като зимоген, наречен пепсиноген в главните клетки на стомашната лигавица. Стомашният сок има силно кисела реакция, защото съдържа солна киселина (рН около 1,0). Съответно на това и пепсинът има твърде нисък рН оптимум (между 1,5 - 2,0).

Солната киселина се образува в т. нар. пристенни клетки на стомашната лигавица от образуваща се в тях с помощта на ензима карбоанхидраза въглеродна киселина (фиг. 19-1). Въглеродната киселина дисоциира до протони и бикарбонатни аниони. Протоните (водородните катиони) се изнасят в лумена на стомаха чрез антипортен механизъм, срещу внос на K^+ , спрегнат с разграждане на АТФ ($H^+ - K^+$ помпа).

Бикарбонатните йони се изнасят в плазмата също чрез антипортен механизъм срещу хлоридни йони.



Фиг. 19-2. Образование на солна киселина в париеталните клетки на стомашната лигавица.

Пепсинът е типична ендопептидаза. Той хидролизира избирателно пептидни връзки във вътрешността на полипептидната верига образувани от ароматни или дикарбоксилни аминокиселини, напр. тирозин или глутамат. Получава се смес от малки или по-големи пептиди. Освен пепсин в стомашния сок се отделя и друга протеиназа - реннин. Реннинът атакува млечния белтък казеин, като го превръща в параказеин. В присъствие на Ca²⁺ параказеинът се утайва (съсирва) и по този начин задържа млякото по-дълго време в стомаха. Това му действие е физиологично полезно, особено за кърмачета, които примат почти изключително млечни белтъци. Може би затова този ензим почти липсва в стомаха на възрастни, за които млякото не е основна храна.

Смилането на белтъците продължава в червата под действието на ензими, съдържащи се в панкреатичния сок. Това са ендопептидазите трипсин и химотрипсин и екзопептидазата карбоксипептидаза. Реакцията на панкреатичния сок е алкална (pH между 7.5 и 8.0). Киселото стомашно съдържимо, попаднало в дуоденума, стимулира продукцията на хормон - секретин, който предизвиква отделянето на бикарбонат в панкреатичния сок. Така съдържанието на хранителната маса става алкално и благоприятно за действието на ензимите, които се намират в панкреатичния и чревния сокове. Всички панкреатични протеинази се синтезират в неактивно състояние като предшественици, наричани преензими или ензимогени (зимогени) и се активират едва когато попаднат в червата (за активирането им виж по-нататък).

Трипсинът атакува пептидни връзки образувани от базични аминокиселини (лизин, аргинин). Химотрипсинът атакува връзки от ненатоварени аминокиселини като фенилаланин, а еластазата - от нискомолекулни аминокиселини като глицин и аланин; това обяснява ефектът на този ензим предимно към такива "трудносмилаеми" белтъци като колаген и еластин. Карбоксипептидазата (цинк съдържащ металоензим) е типична екзопептидаза. Тя откъсва аминокиселини от въглеродния край на поли- и олигопептиди.

Пълното смилане на белтъците до аминокиселини се довършва от ензими, отделящи се в чревния сок. Това са: аминопептидаза - екзопептидаза, която откъсва аминокиселини откъм азотния край на полипептидните вериги, както и няколко дипептидази, които по специфичен начин разграждат дипептиди. По такъв начин поетите с храната белтъци се смилат до изграждащите ги аминокиселини.

19.2.8. Резорбция на аминокиселините

Белтъците се смилат в храносмилателния тракт до аминокиселини. Аминокиселините се резорбират чрез активен транспорт с помощта на преносители с специфични или за групи, или за отделни аминокиселини. Някои от тези преносители са зависими от симпорт на натриеви катиони, свързан с разход на АТФ (натриево/калиева помпа) по механизъм сходен с описания при резорбцията на глюкозата. Други преносители са независими от симпорт на натриеви йони. От ентероцитите аминокиселините преминават в порталната кръв.

Резорбцията на аминокиселините, както и на останалите смлени хранителни вещества се осъществява почти изцяло (над 90 %) в горната част на тънките черва (йеюnum). През стомашната лигавица се резорбира незначителна част от мастните киселини (с къси и средно дълги вериги) и етиловия алкохол.

19.2.9. Разграждане на нуклеинови киселини и други органични съединения, съдържащи фосфатни остатъци

Разграждането на съдържащи се в храната нуклеинови киселини започва под действието на специфични фосфодиестерази (нуклеазите ДНКаза и РНКаза), съдържащи се в панкреатичния сок и продължава под действието на неспецифични фосфодиестерази и фосфомоноестерази, както и от нуклеозидази, съдържащи се в чревната лигавица. Азотните бази на нуклеотидите и донякъде пентозата се резорбират твърде слабо в червата. Чревните фосфатази освен нуклеотиди хидролизират и други органични естери на фосфорната киселина: хексозофосфати, глицерофосфат и др.

19.2.10. Превръщане на зимогени на смилателните ензими в активни ензими

Много от смилателните хидролази се синтезират в неактивно състояние като ензимогени (зимогени, преензими). Това се отнася най-вече до протеолитичните ензими. По такъв начин клетките, в които те се синтезират се предпазват от разграждане на собствените си белтъци, явление известно като автолиза. Активирането на всички зимогени следва аналогичен механизъм - ограничена (частична) протеолиза. Този механизъм на активиране е необратим (виж също т. 4.3.6).

Пепсиногенът се превръща в активен пепсин чрез скъсване на една пептидна връзка и откъсване на полипептид от 42 аминокиселини откъм азотния край на полипептидната верига. Процесът се активира от наличието на H^+ и продължава с експоненциално нарастваща скорост от действието на получения активен пепсин - автокатализа. Откъсването на полипептида разкрива активния център на ензима. Трипсиногенът се активира по подобен начин, чрез откъсване на хексапептид откъм азотния край на полипептидната му верига от специфичното действие на друга ендопептидаза, известна като ентерокиназа, която се секретира от клетки на дванадесетопръстника. Разкрива се активният център на ензима. Полученият активен трипсин продължава да къса същата връзка в неактивния си предшественик и процеса на активиране напредва експоненциално. Активният трипсин извършва ограничена протеолитична атака и по отношение на други зимогени, секретирани от панкреаса: химотрипсиноген, прееластаза и прекарбокисептидаза, като ги активира. По-сложно протича активирането на химотрипсиногена. След последователно скъсване на четири пептидни връзки (първата от трипсина, а следващите три от вече активирания химотрипсин - автокаталитично) и отделяне на два дипептида, получава се крайният продукт - α -химотрипсин, съставен от три полипептидни вериги, свързани помежду си ковалентно с два дисулфидни моста.

Фосфолипаза А се секретира също като зимоген, който се активира от трипсина, чрез откъсване на пентапептид откъм азотния край на полипептидната верига.

19.2.11. Процеси в дебелото черво. Фекална маса. Роля на чревната микробна флора

Несмлени или несмилаеми остатъци от поетата храна преминават в дебелото черво и формират фекалната маса. Голяма част от тази маса съдържа растителни полизахариди (целулоза, хемицелулоза, пектини и др.) и лигнин. Те образуват така наречените "хранителни влакна". В дебелото черво се намира и огромна маса от чревни бактерии (най-много *E. coli*). Те достигат до 25 % от сухото тегло на изпражненията. Под тяхното въздействие преминалата в дебелото черво маса се подлага на допълнителни биохимични промени, засягащи най-вече аминокиселини и недосмлени остатъци от белтъци, включително и тези на смилателните сокове - муцин. Частично се разграждат и растителни полизахаради, както и недосмлени остатъци от скорбялата. В резултат на такива процеси, които най-общо могат да се характеризират като анаеробни ферментации, се получават различни крайни продукти като оцетна, пропионова, маслена, изомаслена и други киселини, както и газове като въглероден диоксид, метан, сероводород и др. Бактерийното декарбоксилиране на аминокиселини води до образуване на амини, някои от които са токсични (птомаини). При разграждането на триптофана се получават индол и скатол, които придават неприятна миризма на изпражненията. Някои от продуктите на микробното "гниене" се резорбират през лигавицата на дебелото черво и постъпват в кръвообръщението. Обезвреждането им се извършва предимно в черния дроб.

При бактериийното дезаминиране на аминокиселини и други азотни съставки на фекалиите се образува амоняк, респективно амониев и йони. Те се резорбират и отвеждат с кръвта в черния дроб, където се обезвреждат в урейния цикъл - виж т. 8.2.6.1 - т. 8.2.6.3). Чревната бактерийна флора, обаче, е и полезна, защото синтезира и доставя на организма и някои необходими му вещества, като например витамини (витамин К, биотин и др.).

В илеума и особено в дебелото черво се резорбира и голяма част от водата, която се съдържа в смляната хранителна маса. В резултат фекалната маса се сгъстява и формира изпражненията. От друга страна "хранителните влакна" задържат част от водата и допринасят фекалната маса да бъде "по-кашава".

9.2.12. Болестни смущения на храносмилането и резорбцията

Разстройствата в храносмилането се дължат най-често на смутена функция на храносмилателните ензими (понижена синтеза или активност), недостатъчно отделяне на жлъчка, смущения в образуването или секрецията на смилателните сокове и др. Смущения в резорбцията се свързват с потискане механизмите на активен транспорт, или на смутена функция на стомашните и чревни епителии.

По-нататък ще бъдат представени за илюстрация някои примери.

Описани са редки случаи на вроден дефицит на лактаза. Смущението се открива скоро след раждането. По-чести са случаите на понижена лактазна активност при възрастни. Те се обясняват не толкова с репресия на гена, отговорен за синтеза на ензима, колкото със смутена транслация на съответната иРНК. Синтезира се дефектен ензим. Много стомашно-чревни заболявания (гастроентерити, колити) се свързват с понижена поносимост към мляко и млечни продукти, поради забавено смилане на млечната захар, или смутена резорбция на галактозата. Млечната захар се задържа в червата. Тя е осмотично активна и извлича вода в чревния лумен с резултат - диария. В илеума и дебелото черво лактозата се атакува от бактериалната чревна флора; образуват се газове и продукти на млечно кисела ферментация. Появяват се колики.

Известни са случаи и на вроден дефицит на захараза. Симптомите са подобни на тези при вроден дефицит на лактаза.

Описани са случаи на дефицит на колипаза. Последствието е неактивна чревна липаза и поява на стеаторея (мазни изпражнения). Понижена активност на механизмите за образуване и секреция на водородни катиони в стомашната лигавица (виж фиг. 20-2)

има за резултат понижена киселинност на стомашния сок, респ. потискане на пепсиновата протеолиза.

Потискане дейността на натриево-зависимия глюкозен преносител води до понижена резорбция на глюкоза (и галактоза) през чревната лигавица, като резорбцията на фруктозата е незасегната.

Описано е заболяване (болестта на Хартнъп), което се дължи на дефект в преносителя за неутрални аминокиселини в ентероцитите. Целиакия е състояние, при което протеолитичните ензими в храносмилателния тракт не могат да разградят, или разграждат непълно някои водонерастворими растителни белтъци, особено глиадинът на пшеницата; това дразни и уврежда епителния на тънките черва.

Остър панкреатит се получава най-често при затруднено отделяне на панкреатичен сок в дванадесетопръстника (запушване на ductus pancreaticus). Последствието е предварително активиране на протеолитичните зимогени в панкреаса и автолиза на панкреатичната тъкан с летален изход.

При възпаления на стомашната и чревна лигавица (гастроентерит, колит) епителните клетки започват да пропускат в кръвообръщението пептиди, получени в резултат на трипсинова и пепсинова протеолиза. Те функционират в организма като антигени и причиняват алергични реакции. Намерено е например, че при нарушено храносмилане на пшеничен глутен (трудно смилаем белтък) в кръвта се появяват олигопептиди (6 - 7 аминокиселини), които причиняват сериозни алергични реакции. Описана е непоносимост към един от млечните белтъци (β -лактоглобулин), поради проникване на негови олигопептидни фрагменти в кръвта. Тази непоносимост към млякото не бива да се смесва с болестните прояви, дължащи се на смутена лактазна активност.

Нарушения в резорбирането на някои метали (метални йони) и биологично активни съединения, поради смутена функция на храносмилателния канал, имат за резултат понижаване на тяхното съдържание в организма и като следствие - болестни прояви. Така смутената резорбция на витамин В₁₂, на желязо или на фолиева киселина (предимно в стомашната лигавица) имат за резултат понижена синтеза на хем и поява на анемия. Понижено количество на витамин К (нарушена дейност на чревната бактериална флора) има за резултат повишена склонност към кръвоизливи. Понижена резорбция на калциеви и магнезиеви йони и на витамин D се свързва със склонност към тетанични гърчове на скелетната мускулатура. Познати са и други хипер- и хиповитаминози, сведения за които могат да се намерят на други места в учебника (виж информацията за това в т. 19.1.5).

19.2.13. Базален метаболизъм и дневни енергетични нужди

За поддържане на енергиен баланс, без да напълняваме или слабеем, трябва да поемаме храна, отговаряща на дневните енергетични разходи. В тях се включва енергията за поддържане на:

- 1) базален метаболизъм (основна обмяна);
- 2) физическата активност;
- 3) храносмилането.

В случай на бременност и лактация са нужни допълнителни калории.

За базалния метаболизъм в английската литература е възприето съкращението BMR (идва от английското название Basal Metabolic Rate). BMR е мярка за енергията, необходима за поддържане на живота: функциониране на различните органи, поддържане на йонни градиенти през мембраните, извършване на биохимичните реакции и пр. BMR може да се определи чрез измерване на кислородната консумация на човек в покой, наскоро след събуждане и без да е приемал храна поне 12 часа.

BMR обикновено се изразява в kcal/ден. Зависи от:

- 1) пола (по-висока е стойността при мъжете;
- 2) телесната температура (напр. увеличава се при треска);
- 3) температурата на средата (по-ниска е стойността при топъл климат);
- 4) активността на щитовидната жлеза (по-висока е стойността при хипертироидизъм);
- 5) възрастта (по-висока е стойността в детството);
- 6) увеличава се при бременност и лактация.

Макар че има специални и сложни формули за изчисляване на BMR, често се прибягва до лесно, макар и приблизително (грубо) изчисление на BMR. За целта се приема, че за 1 kg за ден са нужни 24 kcal (100 kJ по SI) или 1 kcal/kg/час (4,85 kJ/kg/час по SI).

$$\begin{aligned} \text{BMR} &= 24 \text{ (kcal/kg)} \times \text{тегло (kg)} \\ \text{За преизчисляване в SI, като се има предвид, че } 1 \text{ kcal} &= 4,185 \text{ kJ,} \\ \text{BMR} &= 100 \text{ (kJ/kg)} \times \text{тегло (kg)} \end{aligned}$$

Груба оценка за енергията, необходима за осигуряване на дневната физическа активност, може да се направи, като се имат предвид следните стойности в табл. 19-1.

Табл. 19-1. Енергетични изисквания за физическа активност в здрав индивид.

Активност	Енергетични изисквания (процент от BMR)*	Енергетични изисквания (процент от BMR)**
Ниска (седящ начин на живот)	30	30
Умерена (поне 2 часа дневно физическа работа)	40	60-70
Висока (няколко часа дневно физическа работа)	50	100

*Според [1]; ** според [2].

Енергията, необходима за храносмилане (използва се също терминът "термогенеза, индуцирана от приемане на храна), е около 10% от BMR и обикновено често се пренебрегва в изчисленията. Затова дневните енергетични разходи се изчисляват като сума от BMR (kcal/ден) и енергията, необходима за физическа активност. Например, за един физически работник с тегло 100 kg през работен ден

$$\text{BMR} = 100 \text{ kg} \times 24 \text{ kcal/kg} = 2400 \text{ kcal или } 10044 \text{ kJ}$$

$$\text{Висока активност съгласно [1]} = 2400 \times 0.5 = 1200 \text{ kcal или } 5022 \text{ kJ}$$

$$\text{Общо} = 2400 + 1200 = 3600 \text{ kcal или } 10044 + 5022 = 15066 \text{ kJ}$$

През почивен ден, ако той води седящ начин на живот, енергетичните изисквания са пониски.

$$\text{BMR} = 100 \text{ kg} \times 24 \text{ kcal/kg} = 2400 \text{ kcal или } 10044 \text{ kJ}$$

$$\text{ниска активност съгласно [1]} = 2400 \times 0.3 = 720 \text{ kcal или } 3013 \text{ kJ}$$

$$\text{Общо} = 2400 + 720 = 3120 \text{ kcal или } 10044 + 3013 = 13057 \text{ kJ}$$

Понятието "идеално тегло" е трудно определимо, но според застрахователните компании това е теглото, при което индивидът има най-голям шанс да живее най-дълго [2]. С наднормено тегло са хората, които имат 20% увеличение над идеалното тегло.

Друга мярка, доколко телесното тегло е в желани граници, е т.нар. индекс на телесна маса (BMI от английски Body Mass Index).

$$\text{BMI} = \text{тегло} / \text{височина}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

В България се ползват посочените в табл. 2 стойности за BMI, предложени от СЗО [3]. Индивиди с увеличение на BMI до 20% са с наднормено тегло, а ако увеличението е над 20%, индивидът страда от затлъстяване (първа, втора или трета степен).

Табл. 19-2. Стойности на индекса на телесната маса (BMI), въведени от СЗО за хора с нормално тегло, наднормено тегло и затлъстяване в различна степен.

Индекс на телесната маса (BMI)	Категория съгласно СЗО [3]	Здравословен риск
8,5 – 24,9	нормално тегло	нисък
25,0 – 29,9	наднормено тегло	повишен
30,0 – 34,9	затлъстяване I степен	средно висок
35,0 – 39,9	затлъстяване II степен	висок
> 40	затлъстяване III степен	много висок

19.2.14. Здравословна диета

За намаляване риска от инфаркт на миокарда, мозъчен инсулт и развитие на рак в САЩ се препоръчва спазването на дадените по-долу указания [2] по отношение на различните съставки в диетата.

Въглеhidрати

- Всеки ден 5 или повече пъти да се приемат зеленчуци и плодове, особено зелени и жълти зеленчуци и цитрусови плодове.

- Всеки ден 6 пъти да се приема скорбяла и други полизахариди под форма на хляб, зърнени и бобови храни. Освен енергия, тези храни доставят витамини, минерали и растителни влакна. Тези влакна, несмилаеми от организма, имат различни полезни ефекти, вкл. предпазване от запек.

- Консумацията на рафинирана захар трябва да се намали под приетите американски норми. Тази захар няма друга хранителна стойност, освен калорично съдържание, и предизвиква разваляне на зъбите.

Мазнини

Мазнините трябва да осигуряват не повече от 30% от общите калории;

- Наситените мастни киселини трябва да са около или под 10% от общите калории;

- Ненаситените мастни киселини трябва да осигуряват около 10% от общите калории (около 30% от общите мазнини);

- Холестеролът трябва да е под 300 mg/ден

Белтъци

- При възрастни белтъците трябва да са 0.8 g/kg идеално тегло дневно.

Алкохол

Дневната доза алкохол не трябва да е повече от 15 g етанол (например 2 малки чаши вино). Бременни жени не трябва да пият алкохол.

Витамини и минерали

- Солта не трябва да превишава 3 g дневно, а хора, предразположени към повишено кръвно налягане, това количество трябва да е по-малко.

- За осигуряване на достатъчно калций да се приемат млечни продукти с намалено маслено съдържание или обезмаслени, както и зеленчуци с тъмно-зелени листа;

- да се избягват свръхвисоки дози на витамини, особено мастно-разтворими;

За предпазване на зъбите, в храната трябва да има флуорид, поне в годините, когато се образуват зъбите. Да се има предвид, че предозирането е опасно.

19.2.15. Намаляване на теглото

Описаните по-долу два случая дават представа как чрез намаление на приеманите калории и повишаване на физическата активност (табл. 19-3) би могло да се възвърне "идеалното тегло", дефинирано от застрахователни компании като тегло, при което индивидът има най-голям шанс да живее най-дълго [2]. Последната колона читателят може да запълни, ползвайки своите собствени данни или тези на свой приятел.

Павлин Х. е млад асистент по история. Висок е 1,83 m. Като студент се е занимавал активно с волейбол и теглото му е било 74-75 kg. След завършване на Университета е прекратил активните спортни занимания, цялото време извън упражненията работи на компютъра, остава до късно вечер. Като прегладнее, хапва бисквити, гризини и други подобни тестени храни. Неусетно е напълнял - теглото му сега е 90 kg. Разликата между действителното и идеалното тегло е 15,6 kg или 120120 kcal (1 kg мастна тъкан съответства на 7700 kcal, тъй като 1 kg от нея съдържа 850 g триацилглицерол; 850 g x

9 kcal/g = 7650 kcal). Индексът на телесна маса (BMI) е $26,9 \text{ kg/m}^2$. Съгласно стандартите на СЗО, препечатани в [3], тази стойност е показател за наднормено тегло. Наближава лятото и негов приятел, млад лекар му предлага помощ за отслабване. Той му обяснява какво значи базален метаболизъм, индекс на телесна маса, "идеално" тегло и как се изчисляват дневните енергетични нужди (виж т. 19.2.13. и 19.2.14.). Дватамата планират Павлин да осъществи намаляване на теглото през предстоящите 16 топли седмици (юни - септември), като Павлин не само намали калориите в храната до съответстващите за "идеалното" тегло, но и повиши физическата си активност до лека (1,3 пъти над BMR) - чрез ходене пеша, качване по стълбите, танци и джогинг).

Все още за България няма разработени таблици за "идеално тегло" съобразно височината. Затова приятелите ползват таблицата на "Metropolitan Life Insurance Company", препечатана в [2].

При ръст 1,83 m и средна скелетна конструкция идеалното тегло е 74,4 kg - виж табл. 19-3. Базалният метаболизъм (BMR) при идеално тегло е 1858 kcal/ден или 7440 kJ/ден. При седящ начин на живот дневните енергетични нужди са с около 30% над BMR, т.е. 2415 kcal. При лека активност те са с около 60% над BMR, т.е. повишават се до 2973 kcal.

Базалният метаболизъм при действителното тегло е 2160 kcal/ден, а дневните енергетични нужди при лека активност са 3456 kcal. Така, **чрез намаление на приеманите калории** (виж табл. 19-4) дневният калориен дефицит ще бъде 483 kcal. Това е в съгласие с препоръчвания от СЗО оптимален калориен дефицит от около 500 kcal/ден. За 112 дни очакваното намаление на теглото е 54096 kcal или 7,0 kg. Останалите 66024 kcal или 8,6 kg мастна тъкан трябва да се разградят **чрез допълнително спортуване**. При допълнителна умерена физическа активност като танци, каране на велосипед, тичане (през зимата каране на ски) и др. се изразходва 5 пъти повече енергия в kcal/час над BMR, т.е. $5 \times \text{BMR} = 5 \times 90 = 450 \text{ kcal/час}$. Така, необходими са 147 часа за спорт през идващите 16 седмици или 1,3 часа дневно.

Табл. 19-3. Изчисляване на индекса на телесната маса и дневните енергетични нужди за два индивида от мъжки и женски пол със средна скелетна конструкция.

Показател	Павлин Х.	Мария У.	Читател
Височина (m)	1,83	1,60	
Идеално тегло (kg)	71,4 - 77,3 средно 74,4	59,5 - 61,4 средно 60,4	
Действително тегло (kg)	90	66	
Индекс на телесна маса (kg / m ²)	$90 : 1,83^2 =$ $= 90 : 3,3489 = 26,9$	$66 : 1,60^2 =$ $= 66 : 2,56 = 25,8$	
Базален метаболизъм при идеално тегло (kcal / ден) или (kJ / ден)	74,4 x 24 = 1858 74,4 x 100 = 7440	60,4 x 24 = 1450 60,4 x 100 = 6040	
Дневни енергетични разходи за идеално тегло (kcal) - седящ начин на живот - лека активност	1858 x 1,3 = 2415 1858 x 1,6 = 2973	1450 x 1,3 = 1885 1450 x 1,6 = 2320	
Базален метаболизъм при действително тегло (kcal / ден)	90 x 24 = 2160	66 x 24 = 1584	
Дневни енергетични разходи за действително тегло (kcal) - седящ начин на живот - лека активност	2160 x 1,3 = 2808 2160 x 1,6 = 3456	1584 x 1,3 = 2059 1584 x 1,6 = 2534	
Тегло над идеалното (kg) (kcal)	90 - 74,4 = 15,6 15,6 x 7700 = 120120	66 - 60,4 = 5,6 5,6 x 7700 = 43120	

Табл. 19-4. Примерен приблизителен план за снижаване на наднормено тегло до идеалното.

Действия за снижаване на теглото	Павлин Х.	Мария У.	Читател
При лека активност, ако дневният прием на храна се ограничи до необходимия за идеално тегло, дневният енергетичен дефицит ще е	$3456 - 2973 = 483 \text{ kcal/ден}$	$2534 - 2320 = 214 \text{ kcal/ден}$	
За 16 седмици или 112 дни очакваното намаление ще е в kcal в kg	$112 \times 483 = 54096$ $54096 / 7700 = 7.0$	$112 \times 214 = 23968$ $23968 / 7700 = 3.1$	
Остават: (kg) (kcal)	$15,6 - 7,0 = 8,6$ $120120 - 54096 = 66024$	$5,6 - 3,1 = 2,5$ $43120 - 23968 = 19152$	
При допълнителна умерена физическа активност (танци, бягане, велосипед и др.) би се изразходвало 5 пъти повече енергия над базалния метаболизъм (kcal/час)	$5 \times 90 = 450$	$5 \times 66 = 330$	
Необходими часове за спорт в рамките на 16 седмици или 112 дни	$66024 : 450 = 147$	$19152 : 330 = 58$	
Необходими часове за спорт за 1 ден	$147 : 112 = 1,3$	$63 : 112 = 0,5$	

Аналогични разсъждения се правят и за втория случай, отнасящ се за жена на средна възраст. Мария У. е висока 1,60 m. Нейното тегло в момента е 66 kg. Тя държи да изглежда добре и да снижи теглото си. "Идеалното" тегло съгласно споменатите по-горе таблици е 60,4. Индексът на телесна маса е $25,8 \text{ kg/m}^2$. Съгласно стандартите на СЗО, препечатани в [3], тази стойност показва наднормено тегло.

Базалният метаболизъм (BMR) за Мария при идеално тегло е 1450 kcal/ден или 6040 kJ/ден . При седящ начин на живот дневните енергетични нужди са с около 30% над BMR, т.е. 1885 kcal . При лека активност те са с около 60% над BMR, т.е. повишават се до 2320 kcal .

Базалният метаболизъм при действителното тегло е 1584 kcal/ден , а дневните енергетични нужди при лека активност са 2534 kcal . Така, **чрез намаление на приеманите калории** (виж табл. 19-4) дневният енергиен дефицит е 214 kcal . За 112 дни очакваното намаление на теглото е 23968 kcal или $3,1 \text{ kg}$. Останалите 19152 kcal или $2,5 \text{ kg}$ мастна тъкан трябва да се разградят **чрез допълнително спортуване**. При допълнителна умерена физическа активност, изразходваща 5 пъти повече енергия в kcal/час над BMR, т.е. $5 \text{ BMR} = 5 \times 66 = 330 \text{ kcal/час}$, са необходими 58 часа за спорт през идващите 16 седмици или $0,5 \text{ часа}$ дневно.

19.3. Насоки за самостоятелна работа

1. Изчислете Вашия BMR и определете Вашите дневни енергетични изисквания, съобразявайки се с Вашия начин на живот (седящ, или с умерена или висока активност).
2. Направете план за възстановяване на Вашето тегло или на Ваш близък, аналогично на описания случай в т. 19.2.15 .
3. Прочетете повече за хранене и храносмилане в посочените източници - виж т. 19.4.

19.4. Литература

1) Montgomery, R., T. Conway, A. Spector. (1996) Metabolic fuels and dietary components. In "Biochemistry. A Case-Oriented Approach". The C. V. Mosby Company, St. Louis, Sixth Edition, p. 1-30.

2) Marks, D. B., A. D. Marks, C. M. Smith (1996) Nutrition. In "Basical Medical Biochemisrty. A Clinical Approach". Williams and Wilkins, Baltimore, p. 3-26.

3) Байкова, Д. П. (2001) Наднормено тегло. В "Ръководство за добра практика на общопрактикуващия лекар в областта на профилактиката на болестите", МНЗ, София, стр. 37-40.