

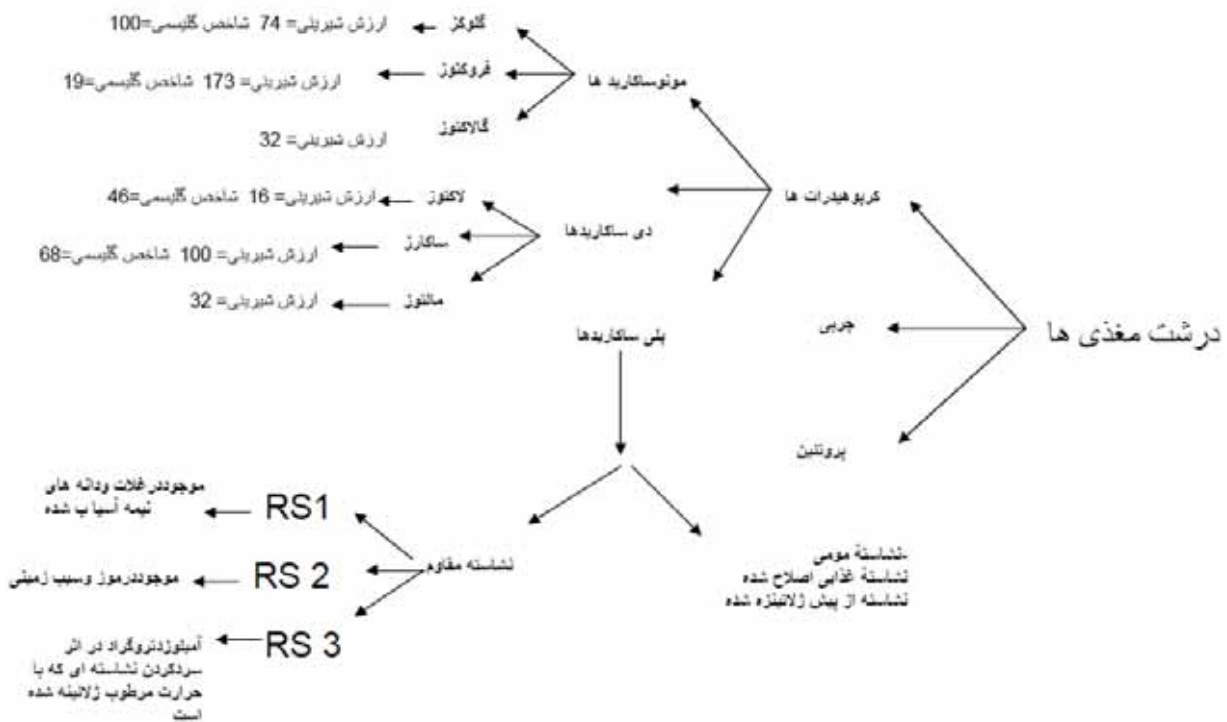


مباحث: کربوهیدرات، چربی، پروتئین، هضم و جذب، انرژی

الف: کربوهیدرات ها

۱- انرژی مور دنیا روزانه ما به طور کلی از ۳ درشت مغذی تامین می گردد که شامل کربوهیدراتها، چربی ها و پروتئین ها می باشند. کربوهیدرات ها دسته ای از این درشت مغذی ها می باشند که شامل مونوساکاریدها، دی ساکاریدها و اولیگوساکاریدها و پلی ساکاریدها بوده و از هیدروژن، کربن و اکسیژن تشکیل شده اند $C_n(H_2O)_n$ فرمولی بیوشیمیایی است که برای نشان دادن دسته مونوساکاریدها استفاده می گردد.

۲- کربوهیدراتها تنها تامین کننده حدود ۵۰٪ انرژی موجود در رژیم در نظر گرفته می شوند. ۶۰٪ کربوهیدرات مصرفی به شکل پلی ساکارید و عمدتاً نشاسته است ولی دی ساکاریدهای سوکروز و لاکتوز به ترتیب ۳۰ و ۱۰ درصد آن را تشکیل می دهند.



۳- انرژی ناخالص حاصل از بمب کالریمتری کربوهیدرات ها ۴,۱ و انرژی حاصل از هضم و متابولیسم ۴ کیلوکالری به ازای هر گرم می باشد، این امر بیانگر عدم کاری ۱۰٪ مکانیسم های هضم و جذب و متابولیسم در بدن ما می باشد

۴- گلوکز عمده ترین قند موجود در خون و سوخت ترجیحی مغز می باشد بدلیل عدم حلالیت در فسفولیپیدهای دولایه غشا برای عبور از غشاها و جذب شدن نیاز به ناقل خواهند داشت که به شکل زیر انجام می شود.

ورود گلوکز به داخل سلولها : به دو روش انجام می شود:

الف: انتشار تسهیل شده : این روش به کمک GLUTs انجام می شود



ب: انتقال فعال: که به شکل ثانویه و به کمک SGLTs انجام می شود

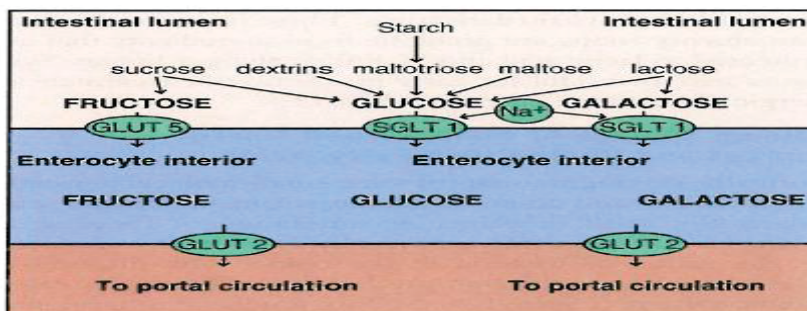


FIGURE 1-8 Starch, sucrose, maltotriose, and galactose are digested to their constituent sugars. Glucose and galactose are transported through the apical brush border membrane of the enterocyte by a sodium-dependent transporter, glucose (galactose) cotransporter; and fructose is transported by glucose transporter (GLUT) 5. Glucose, fructose, and galactose are transported across the serosal membrane by the sodium-independent transporter, GLUT2.

۵- توجه به شکل زیر مشخص می نماید که گلوکز و گالاکتوز در زمان عبور از حاشیه مسواکی با استفاده از SGLT2 و هنگام خروج از غشای قاعده ای - جانبی یا بازولترال از GLUT2 استفاده می نماید: GLUT5 ناقل فروکتوز از حاشیه مسواکی بوده و خروج آن از غشای قاعده ای - جانبی با استفاده از GLUT2 انجام می شود، این ناقل گلوکز را به مقدار اندکی در زمانی که غلظت گلوکز بالا باشد، منتقل می کند و ناقل اصلی فروکتوز می باشد. GluT4 ناقل گلوکز حساس به انسولین بوده و منجر به انتقال گلوکز در بافت آدیپوز و ماهیچه می گردد.

۶- فلوریزین: α متیل گلوکوزید که آنالوگ هگزوزی است که توسط SGLT1 انتقال می یابد، در نتیجه آن را مهار می کند ولی روی GLUT1 تا ۵ تاثیر ندارد و فلوریتین: GLUT1 تا ۵ را مهار می کند.

۷- اهمیت SGLT1 برای جذب گلوکز بسیار بالا و نقص آن منجر به اختلال در جذب گلوکز و گالاکتوز می گردد (جذب گلوکز و گالاکتوز با مکانیسم های مشابهی انجام می گیرد)، در نتیجه اختلال در عملکرد این ناقل، اسهال آبکی، که می تواند کشنده نیز باشد را در نوزادان تازه متولد شده بوجود می آورد.

۸- میزان برداشت گلوکز بعد از جذب ۸-۱۰ گرم در ساعت بوده و هر ۲ ساعت یکبار در خون تجدید می شود. در سطوح طبیعی گلوکز، کبد تنها تولیدکننده گلوکز است.

۹- مغز فرد بالغ ۱۴۰ gr در روز گلوکز مصرف می کند که تقریباً ۱۳۰ گرم را می تواند از منابع غیر کربوهیدراتی تهیه کند.

۱۰- کبد حدوداً ۵۰٪ گلوکز جذب شده را به منظور اکسیداسیون و ذخیره نمودن به شکل گلیکوژن از جریان خون برداشت می نماید.

۱۱- آنزیم های دخیل در هضم دی ساکاریدها گلوکزیدازهای حاشیه مسواکی روده می باشند. اختلال در عملکرد کمپلکس مالتاز-ایزومالتاز منجر به تجمع مالتوز و اختلال مالتاز-گلوکوآمیلاز منجر به تجمع گلوکوآمیلاز می گردد. کمپلکس آنزیمی گلیکوژیل سرآمیداز (فنلوزین هیدرولاز) دارای فعالیت آریل بتاگلوکزیدازی میباشد این آنزیم در هضم و جذب ویتامین B6 نیز نقش موثری دارا می باشد. نکته مهم و امتحانی اختلال در کمپلکس آنزیمی مالتاز - سوکراز منجر به تجمع قند ساکارز در مجاری روده می



گردد، چرا که این آنزیم نقش موثری در هضم ساکارز ایفا می نماید در حالی که قند مالتوز علاوه بر این کمپلکس امکان هضم توسط کمپلکس های آنزیمی دیگر نیز دارا می باشد)

TABLE 3.2. MAJOR GLYCOSIDASES OF THE MAMMALIAN ENTEROCYTE BRUSH BORDER

GLYCOSIDASE	ENZYME COMPLEX	ENZYME ACTIVITY
Maltase-sucrase	Sucrase-isomaltase	80% of maltase; some α -limit dextrinase; all of sucrase; most of isomaltase
Maltase-isomaltase		
Maltase-glucomylase (2)	Glucoamylase	All glucoamylase; most of α -limit dextrinase; 20% maltase; small % isomaltase
Trehalase		All trehalase
Lactase	β -glycosidase	All neutral lactase and cellobiose
Glycosyl-ceramidase (phlorizin hydrolase)		Most of aryl- β -glycosidase

Adapted from Dahlqvist A, Semenza G. J. *Pediatr Gastroenterol* 1988; 4:857-67, with permission.

۱۲- عملکردهای انسولین در فرایندهای بدن شامل موارد زیر می باشد: انسولین در بیان ژن هم عملکردافزایشی و هم کاهشی دارد.

TABLE 3.5. INFLUENCE OF GLUCOSE VIA INSULIN

POSITIVE EFFECTS	NEGATIVE EFFECTS
Glucose uptake	Pyruvate \rightarrow glucose
Amino acid uptake	Apoptosis
Acetyl-coenzyme A \rightarrow fatty acid	Gene expression
Glucose \rightarrow glycogen	
Protein synthesis	
DNA synthesis	
Sodium-potassium pump	
Gene expression	

۱۳- گلیبوراید، انسولین و متفورمین منجر به کاهش سطح گلوکز خون می گردند، در حالی که عارضه جانبی داروهای ضد آریتمی (dysopyramid) آنتی پروتئوزا، آنتی مالاریای (quinine) و اتانول هیپوگلیسمی می باشد. داروهای ساکیناویر، الانزاپین، کلانزاپین، باکلوفن، کافئین و نیاسین منجر به هایپرگلیسمی (افزایش سطح قند خون) می گردند.

۱۴- افزایش پیش سازهای لیپوژنیک بدن با دریافت مقادیر زیاد فروکتوز اتفاق می افتد.

۱۵- فروکتوز برخلاف گلوکز ترشح انسولین را تحریک نمی کند، همچنین منجر به کاهش پتین نیز می گردد، و پروسه کاهش گرلین بدن با غذا را تضعیف می نماید (یعنی بدن با مصرف غذاهای حاوی فروتوز گرلین کاهش نمی یابد) از آنجاکه هورمونهای مذکور در تنظیم اندوکراین طولانی مدت دریافت غذایی و بافت چربی نقش دارند، می توان گفت فروکتوز در مقایسه با دیگر کربوهیدرات ها مشابه چربی غذایی رفتار می نماید و همانند چربی تاثیری در ترشح انسولین نشان نمی دهد.

۱۶- اختلالات مادرزادی متابولیسم فروکتوز: ۶ اختلالات ژنتیکی مرتبط با فروکتوز شامل موارد زیر می باشد: کمبود فروکتوکیناز (بیماری فروکتوزوری اصلی)، آلدولاز A، آلدولاز B (بیماری عدم تحمل ارثی فروکتوز)، فروکتوز ۱ و ۶ دی فسفاتاز، گلسیرات کیناز ۶- سوجذب فروکتوز: محدودیت فروکتوز غذایی در تمام طول عمر به جز در کمبود آلدولاز A سودمند است.

۱۷- اختلال متابولیسم گالاکتوز در نتیجه کمبود گالاکتوکیناز (گالاکتوزمی) و کمبود گالاکتوز افسفات یوریدیل ترانسفراز (گالاکتوزمی کلاسیک) نیز دیده می شود. درمان گالاکتوزمی شامل محدودیت گالاکتوز در تمامی طول عمر می باشد از آنجائی که گالاکتوز برای سنتز



گالاکتولیپیدوسر بروز ید مورد نیاز است ولی در صورت حذف رژیم قابل تولید از مسیر جایگزین است. در محدودیت شدید باید از شیر، لبنیات و مواد غذایی حاوی لاکتوز اجتناب کرد بعضی از میوه جات و سبزیجات حاوی گالاکتوز می باشند ولی نقش آنها در پاتوفیزیولوژی این بیماری ها هنوز مشخص نگردیده است.

۱۸- ساکارز و پوسیدگی دندان: بیشتر مطالعات بر اسیدهای (لاکتیک و استیک) متمرکز شده اند که از قندها (ساکارز) تولید می شوند تشکیل این کمپلکس و تسریع پلاک از دکستران های نامحلول که از ساکارز ساخته شده اند، نیز در این بین از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۱۹- قند اینورت: یک شکل طبیعی از قند و گلوکز و فروکتوز غیر متصل می باشد که به نسبت ۱/۱ وجود دارند.

۲۰- کربوهیدرات ها تامین کننده ۳۰-۶۰٪ انرژی مصرفی در دوران نوزادی می باشند، لاکتوز تامین کننده ۴۲٪ از انرژی شیرمادر و ۴۰-۵۰٪ انرژی فرمولا می باشد در حالی که سهم این قند در انرژی شیرگاو ۳۰٪ می باشد.

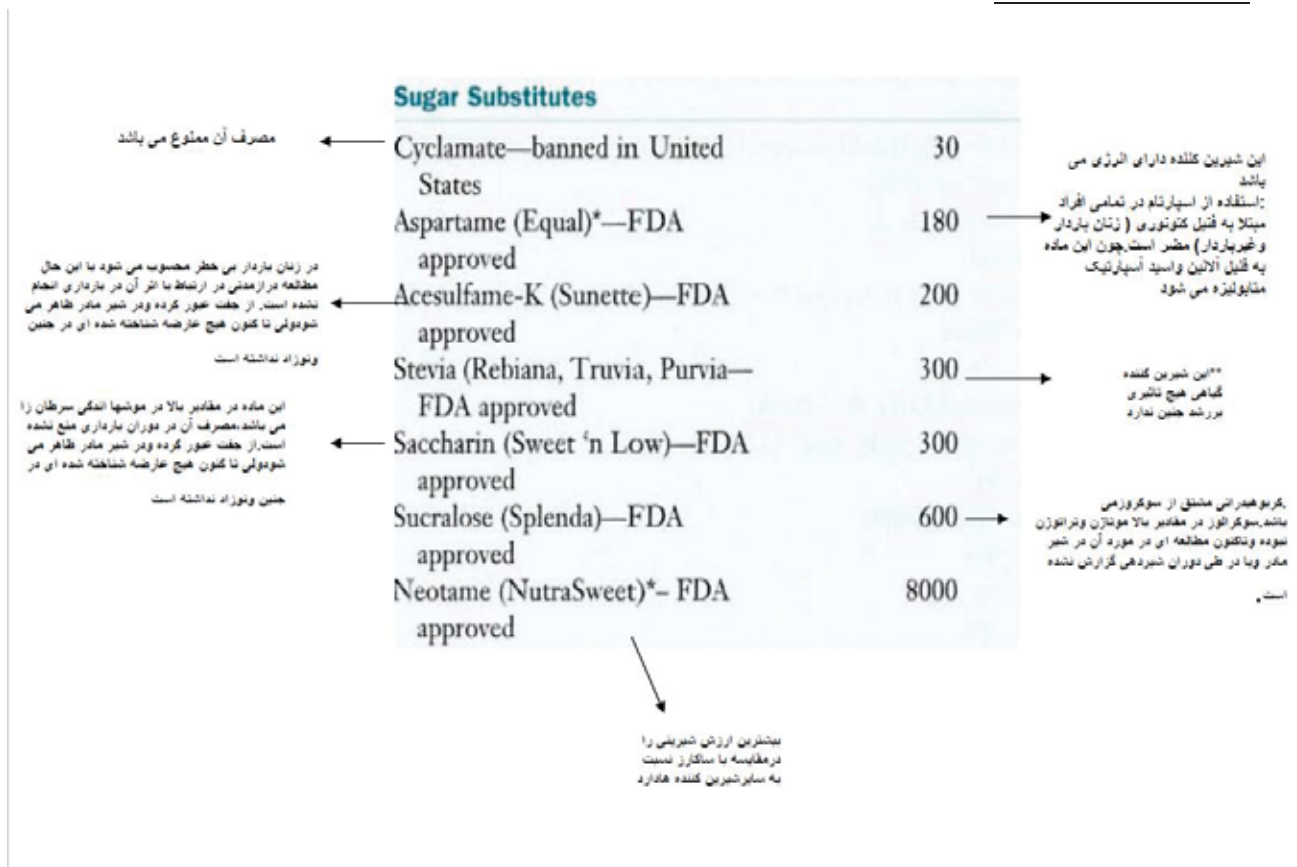
۲۱- ارزش شیرینی قند فروکتوز از همه بیشتر و لاکتوز از همه کمتر می باشد. ارزش شیرینی قند اینورت در مقایسه با ساکارز ۱۳۰ بوده و ارزش شیرینی ساکارز و زیلیتول (۱۰۰) با هم برابر و گالاکتوز و مالتوز (۳۲) و برابر می باشد. بین شیرین کننده های مصنوعی استویا و آسپارتام حاوی انرژی می باشند، برای شیرین کننده های مصنوعی ADI مشخص شده است که مقادیر آن در ستون آخر جدول ذیل مشخص می باشد (جدول زیر از کتاب Modern-2014 انتخاب گردیده است)

TYPE	kcal	COMMON NAMES	GLYCEMIC RESPONSE	SWEETENING POWER REDUCED DURING HEATING	NUMBER OF TIMES SWEETER THAN SUCROSE	ACCEPTABLE DAILY INTAKE
Acesulfame-K	0 kcal/g	Sunett, Sweet 'n Safe, Sweet One	None	No	200	15 mg/kg body weight/day
Aspartame	4 kcal/g	NutraSweet, Equal, Sugar Twin (Blue box)	Limited	Decomposes during excessive heating	160-220	50 mg/kg body weight/day
Nectame	0 kcal/g		None	No	8,000	18 mg/kg body weight/day
Saccharin	0 kcal/g	Sweet'N Low, Sweet Twin, Sweet'N Low Brown, Necta Sweet	None	No	200-700	12 mg/kg body weight/day
<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni (steviol glycosides)	2.7 kcal/g	Stevia	Limited	No	200-300	0-2 mg/kg body weight/day
Sucralose	0 kcal/g	Splenda	None	No	600	5 mg/kg body weight/day

Data from American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. J Am Diet Assoc 2004; 104:255-75; Bloomgarden Z. Nonnutritive sweeteners, fructose, and other aspects of diet. Diabetes Care 2011; 34:e46-51; and Food and Drug Administration website: <http://www.fda.gov/AboutFDA/Transparency/Basic/ucm214865.htm>.



۲۲- شیرین کننده ها و بارداری



۲۲- نشاسته عمدتاً به دوشکل وجود دارد: الف) آمیلوزی مولکول کوچکتر و خطی است (۱۰۶-۱۰۵ - دالتون) که کمتر از ۱٪ آن شاخه دار است ب) آمیلوپکتین شاخه های بسیار داشته دارای بیش از ۵٪ شاخه های $\alpha 1 \rightarrow 6$ با وزن مولکولی بالا است (۱۰۸ - ۱۰۷)

آمیلاز	آمیلوپکتین	
۲۴	۷۶	ذرت
۲۰	۸۰	سیب زمینی
۱۸/۵	۸۱/۵	برنج
۱۶/۷	۸۳/۳	تاپیوکا
۲۵	۷۵	گندم

۲۳- گلیکوژن عضله فقط برای تامین انرژی برای خود عضله بوده و برای حفظ قند در دسترس نمی باشد درحالی که گلیکوژن کبد وظیفه اصلی تامین گلوکز خون و ذخیره انرژی را برعهده دارد (نقش آنزیم گلوکز ۶ فسفاتاز) .

۲۴- تجزیه نشاسته دهان توسط آمیلاز براق (پتیالین) آغاز می گردد.



۲۵- فعالیت آنزیم های مسئول هضم دی ساکاریدها (مالتاز، ایزومالتاز و سوکراز) در هفته های ۳۲-۲۸ بارداری به حد بزرگسالان می رسد. فعالیت لاکتاز (مسئول هضم دی ساکارید در شیر) در زمان تولد افزایش یافته و در هنگام تولد به حد افراد بزرگسال می رسد، در حالی که میزان آمیلازپانکراسی، که نشاسته را هضم می کند، در ۶ ماه اول زندگی هنوز کم است. اگر در این زمان به نوزاد نشاسته داده شود، معمولاً فعالیت افزایش یافته آمیلاز بزاقی و هضم آن در کولون، کمبود آمیلاز پانکراسی را جبران می کند.

۲۶- کمبود لاکتاز نوعاً به طرق زیر تشخیص داده می شود: ۱- سابقه ی علائم GI که پس از مصرف شیر رخ دهد ۲- آزمایش هیدروژن بازدومی، ۳- غیرطبیعی بودن تست تحمل لاکتوز

۲۷- علائم عدم تحمل به لاکتوز با کاهش مصرف مواد غذایی حاوی لاکتوز از بین می روند. افرادی که از لبنیات استفاده نمی کنند بایستی مکمل کلسیم دریافت نمایند. رژیم عاری از لاکتوز برای این افراد ضرورتی ندارد. اکثر افرادی که عدم تحمل لاکتوز دارند قادر به مصرف مقداری لاکتوز (۱۲-۶g) بدون علائمی عمده علی الخصوص به همراه غذاها یا به شکل پنیر یا لبنیات تخمیر شده هستند. بیشتر بزرگسالان مبتلاء به عدم تحمل به لاکتوز اگر به تدریج و طی چندین هفته میزان مصرفی را افزایش دهند، در نهایت قادر به عادت نمودن و تحمل $\geq 12g$ لاکتوز در شیر خواهند بود. در عدم تحمل لاکتوز ظاهراً افزایش تدریجی و مداوم لاکتوز باعث افزایش تحمل نه به دلیل القای لاکتاز بلکه بدلیل تغییر فلور میکروبی کولون می شود. آنزیم لاکتاز و محصولات لبنی فرآوری شده با لاکتاز نظیر lactaid برای افرادی که این اختلال را دارند، دردسترس می باشند. محصولات تجاری می توانند از نظرتاثیر متفاوت می باشند. اغلب فرآورده های لبنی جامد یا نیمه جامد نظیر پنیر کهنه بخوبی تحمل می گردند زیرا تخلیه ی معدی این مواد غذایی آهسته تر از نوشابه های لبنی صورت می گیرد. تحمل به ماست ممکن است نتیجه گالاکتوزیداز میکروبی در محیط باکتریائی باشد که هضم لاکتوز را در روده تسهیل می نماید. وجود گالاکتوزیداز در ماست بستگی به نوع ماست و روش فرآوری دارد. چون این آنزیم میکروبی به یخ زدن حساس است. ماست یخ زده به خوبی تحمل نمی شود اما افزودن پروبیوتیک ها ممکن است این شرایط را تغییر دهد.

۲۸- درمان پزشکی تغذیه ای برای بیماری های ذخیره گلیکوژن GSD :

۱- حفظ گلوکز پلاسما در محدوده نرمال و پیشگیری از هیپوگلیسمی با تأمین گلوکز اگزوزن به صورت مداوم. ۲- در حال حاضر تجویز نشاسته خام ذرت در فواصل منظم و الگوی رژیمی پر کربوهیدرات کم چرب جهت پیشگیری از هیپوگلیسمی مورد حمایت قرار گرفته است. ۳- احتمال دارد نوزادان، قبل از خوردن نشاسته خام ذرت، نیازمند تجویز آنزیم پانکراسی باشند. دوازده نشاسته خام $1/6-2/5 g/kg$ در فواصل ۶-۴ ساعته برای کودکان کم سن و سال با بیماری نوع ۱ مفید بوده است. ۴- فرمولاهای عاری از لاکتوز نیز به عنوان تأمین کننده گلوکز مورد نیاز پیشنهاد شده اند. ۵- مکملیاری با آهن از مواردی است که به منظور حفظ وضعیت هماتولوژیک در رنج نرمال توصیه می گردد، چراکه ذرت نشاسته با جذب آهن تداخل ایجاد می کند.

۲۹- دریافت مرجع برای کربوهیدرات رژیم غذایی: این مقادیر برای بالغین ۱۳۰ گرم در روز برآورد شده است، این میزان برپایه مقدار کربوهیدراتی است که می توانند انرژی لازم برای مغز و سلولهای عصبی مرکزی را بدون نیاز به گلوکونئوزن فراهم نماید. * مقدار دریافت کافی (AI) برای نوزادان ۰-۶ ماهه برپایه شیر مادر و ۶۰ گرم در روز برآورد گردیده است. * مقدار دریافت کافی (AI) برای



نوزادان ۶-۱۲ ماهه برپایه کربوهیدرات شیرمادر و غذاهای تکمیلی ۹۵ گرم در روز برآورد گردیده است. بیشترین RDA در مورد کربوهیدراتها در دوران شیردهی (۲۱۰ گرم) و کمترین مقدار در دوران نوزادی (۶-۱۰ ماهگی) می باشد.

۳۰- محتوای کربوهیدراتی (gr/100gr) شکر و قندهای ساده ذرت و تاپوکا <عسل و غلات> مریبا <نان> سیب زمینی <موز و سیب و هلو و توتها> پرتقال و آناناس <شیر> هویج، پیاز و گوجه فرنگی <کلم و کاهو و اسفناج>

۳۱- توصیه می گردد بازه دریافتی کربوهیدرات در ورزشکاران ۷-۵ g/kg/day برای تأمین احتیاجات کلی ورزش و ۱۰-۷ g/kg/day برای تأمین احتیاجات افزایش یافته ورزشکاران استقامتی پیشنهاد شده است. به عنوان مثال ورزشکار ۷۰ kg بایستی روزانه ۳۵۰-۷۰۰ g کربوهیدرات مصرف نماید. مصرف نوشیدنی های مخصوص ماقبل ورزش (PRX) که هر سروینگ آنها حاوی ۱۴ گرم فروکتوز، تری گلیسیرید بازنجیره متوسط و امینواسید مخلوط شده با ۸ اونس آب می باشند، منجر به بهبود در توان ورزشی هوازی، VO2 max و ظرفیت استفاده از سوخت های غیر پروتئینی در ورزشکار می گردند. با نزدیک تر شدن زمان صرف غذا به مسابقه، بایستی میزان کربوهیدرات نیز کمتر گردد. به عنوان مثال ۴ ساعت قبل از مسابقه کربوهیدرات ۴ g/kg توصیه شده است در حالی که یک ساعت قبل از مسابقه، ورزشکار باید ۱ g/kg/BW کربوهیدرات دریافت کند. در صورت مصرف نوشابه ورزشی، کربوهیدرات دریافتی از هر ۳۰ دقیقه بایستی ۲۶-۳۰ g یا یک لیوان با غلظت ۸-۶٪ CHO از هر ۲۰-۱۵ دقیقه باشد. این کار باعث ورود یک گرم کربوهیدرات به بافتها در هر دقیقه در زمان خستگی می گردد. محلولهای با غلظت کمتر از ۵٪ کربوهیدراتی برای انجام بهتر مسابقه ناکافی است اما محلولهای با غلظت بیشتر از ۱۰ اغلب با کرامپهای شکمی، تهوع و اسهال همراه هستند. مصرف ۹-۵ پروتئین به همراه ۱۰۰ g کربوهیدرات ممکن است میزان سنتز گلیکوژن را بالاتر ببرد. حداکثر میزان سنتز گلیکوژن در صورت مصرف ۱-۱٫۸۵ gr/kg/hr کربوهیدرات بلافاصله بعد از ورزش و در فواصل زمانی ۱۵-۶۰ دقیقه به مدت ۵ ساعت بعد از ورزش سنتز می گردد.



۳۲- برخی نمایه‌ها و بارهای گلیسمی مهم

بار گلیسمی	نمایه گلیسمی	نام ماده غذایی
1	18	سویا
8	28	لوبیا قرمز
8	28	تفود
3	47	هویج
16	88	سیب زمینی آب پز**
26	85	سیب زمینی تنوری
27	82	سیب زمینی ماکروویوی
22	76	سیب زمینی سرخ شده
6	38	سیب
13	51	موز
28	64	کنس
4	65	طالبی
4	72	هندوانه**
6	53	کبوی
5	42	خو
5	48	پرتقال
3	27	شیر
8	61	پسته**
10	33	ماند
15	63	کوکاکولا**
12	52	آب پرتقال
12	40	آب سیب
10	55	عسل**

۳۳- فیبرها غذایی و عملکرد آنها: فیبر غذایی: اجزای گیاهی دست نخورده و غیر قابل هضم توسط آنزیم‌های گوارشی (Modern-2012): کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم ولیگنین که بخشی از گیاهان با ترکیبات دست نخورده آنها می‌باشند).
 فیبر عملکردی: کربوهیدرات غیر قابل هضم که از گیاهان استخراج و یا ساخته می‌شوند. (Modern-2012): کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم که دارای اثرات فیزیولوژیک مفیدی در انسان دارا می‌باشند).
 * هر دو نوع فیبر تاثیرات مثبتی بر عملکرد دستگاه گوارش و کاهش خطرات بیماری‌های معینی دارند.
 * مجموع فیبر عملکردی و غذایی را فیبر تام می‌گویند.
 * اگر برای فیبر از واژه کربوهیدرات استفاده گردد لیگنین که ساختار کربوهیدراتی ندارد از تعریف خارج می‌گردد لذا در صورت استفاده از این واژه مطابق تعریف فوق واژه لیگنین اضافه باید گردد.



۳۴-مهمترین جدول مرتبط با فیبرها و عملکردها:

- فیبرهای کمتر محلول ظرفیت جذب آب مدفوع و حجم انرا افزایش و منجر افزایش سرعت عبور ان از روده می گردند لذا اینگونه فیبرها نظیر سلولز برای درمان یبوست موثر بوده و در منابع نظیر گندم کامل، سیوس و سبزیجات یافت می گردند.
- فیبرهای بیشتر محلول نظیر صمغ و پکتین تشکیل ژل داده و میزان جذب موادی نظیر گلوکز را می کاهند و در عین حال با اتصال به نمک های صفراوی و مینرالها و چربی ها دفع آن ها را می افزایشند و منجر به کاهش کلسترول خون می گردند.
- لیگنین تخمیر شده و تولید SCFA نموده و در کاهش رشد تومور موثر می باشد.
- کیتین و بتاگلوکان از فیبرهای عملکردی می باشند که منجر به کاهش سطح کلسترول خون می گردند.
- فروکتانها از جمله پره بیوتیک ها بوده و منجر به افزایش رشد باکتریهای مفید روده می گردند.

TABLE 3-3

Types, Composition, Sources, and Functions of Fibers

Type of Fiber	Major Chemical Components	Sources	Major Functions
Less Soluble Fiber			
Cellulose	Glucose (β -1-4 linkages)	Whole wheat, bran, vegetables	Increase water-holding capacity, thus increasing fecal volume and decreasing gut transit time
Hemicellulose	Xylose, mannose, galactose	Bran, whole grains	
Lignin	Phenols	Fruits and edible seeds, mature vegetables	Fermentation produces short-chain fatty acids associated with decreased risk of tumor formation
More Soluble Fibers			
Gums	Galactose and glucuronic acid	Oats, legumes, guar, barley	Cause gel formation, thus decrease gastric emptying, slow digestion, gut transit time, and glucose absorption
Pectins	Polygalacturonic acid	Apples, strawberries, carrots, citrus	Also binds minerals, lipids, and bile acids increasing excretion of each, thus decreasing serum cholesterol
Functional Fibers*			
Chitin	Glucopyranose	Supplement from crab or lobster shells	Reduces serum cholesterol
Fructans (including inulin)	Fructose polymers	Extracted from natural sources: chicory, onions, etc.	Prebiotic that stimulates growth of beneficial bacteria in gut, used as fat replacer
β -glucans	Glucopyranose	Oat and barley bran	Reduces serum cholesterol
Algal polysaccharides (carrageenan)		Isolated from algae and seaweed	Gel forming—used as thickeners, stabilizers (can be toxic)
Polydextrose, polyols	Glucose and sorbitol, etc.	Synthesized	Used as a bulking agent or sugar substitute
Psyllium		Extracted from psyllium seeds	Has a high water-binding capacity (choking hazard)

*Isolated or extracted.



۳۵- فروکتان ها: شامل فروکتوالیگوساکاریدها (FOS)، اینولین فروکتانهای مشابه اینولین والیگوفروکتان ها می باشند که پلیمرهای فروکتوز می باشند که اغلب به یک مولکول گلوکز وصل می شوند، اینولن ها یک گروه متمایزی از فروکتانها می باشند که به طورگسترده در گیاهان بعنوان کربوهیدرات ذخیره ای یافت می شوند. اولیگوفروکتوساگاریدها یک زیرگروهی از اینولین ها می باشند که از کمتر از ۱۰ واحد فروکتوز تشکیل شده اند. تمام این ترکیبات به مقدار ناچیزی در دستگاه گوارش فوقانی هضم می شوند لذا ۱ کیلوکالری به ازای هر گرم انرژی تولید می کنند. فروکتان ها حاوی فروکتوز بوده و مزه شیرینی دارند، شیرینی آنها نصف ساکارزمی باشد. منابع فروکتان ها: گندم، پیاز، سیر، موز، کاسنی، گوجه فرنگی، چاودار، جو، مارچوبه و آرتیشو می باشد.

۳۶- لیگنین: یک فیبر چوبی که در ساقه ها و دانه های میوه و سبزیجات و در لایه سبوس غلات یافت می شود؛ در واقع لیگنین کربوهیدرات نیست بلکه پلیمری متشکل از الکل فینیل پروپیل و اسیدها می باشد. به علت کونژوگه شدن پیوندهای دوگانه یک آنتی اکسیدان عالی محسوب می شود، برخی مانند آنچه در بذر کتان یافت می شود فعالیت فیتواستروژنی (تقلید نقش استروژن در استخوان و اندام های جنسی) دارند.

۳۷- فیبرهای بیشتر محلول در کاهش اشتها، کاهش کلسترول خون و کاهش احتمال سرطان پستان موثرتر از فیبرهای کمتر محلول عمل می کنند.

۳۸- اسیدهای چرب کوتاه زنجیر دارای اثرات زیر می باشند:

۱- افزایش جذب سدیم و آب ۲- تشدید جریان خون کولونی ۳- افزایش تکثیر (پرولیفراسیون) و تمایز (افتراق) سلول های کولون ۴- افزایش تولید هورمون های گوارشی ۵- افزایش تولید انرژی متابولیک ۶- تحریک سیستم عصبی اتونومیک از طریق رسپتورهای ویژه کولونی.

*** بوتیرات ۷۰٪ سوخت کولونوسیت ها را تشکیل می دهد این اسیدچرب اساسا از نشاسته تولید می گردد، پروپیونات توسط کبد جهت چربی های کبدی و متابولیسم گلوکز جذب شده و از خون برداشت می شود و استات تولید شده توسط کربوهیدرات های غیرقابل جذب توسط بافت های محیطی به سرعت به CO₂ متابولیزه شده و به عنوان سوسترای سنتز لیپید و کلسترول عمل می کند.

۳۹- توصیه های رایج جهت دریافت فیبر غذایی: *** دریافت کافی برای فیبر تام (AI) ۳۸ گرم در روز برای مردان و ۲۵ گرم در روز برای زنان تعیین گردیده است. میزان متوسط دریافت فیبر توسط آمریکایی ها نصف مقدار توصیه شده می باشد. * میزان دریافت فیبر توسط DRI¹ ۱۴ گرم به ازاء هر ۱۰۰۰ کیلوکالری می باشد. این مقدار بر اساس ارتباط بین دریافت فیبر و کاهش خطر بروز بیماریهای کرونر قلب بیان شده است.

۳۹- انرژی قابل اکتساب از فیبرها: برخی از محققان انرژی حاصل از فیبر را بسیار اندک در نظر می گیرند، چراکه معتقدند برخی از فیبرها با جذب درشت مغذی های دارای انرژی تداخل می کنند، که این جنبه با انرژی ناچیز محصولات ناشی از تخمیر (اسیدهای چرب کوتاه زنجیره) همراه است که باعث می شود در نهایت انرژی حاصل از فیبر صفر در نظر گرفته شود. اما برخی دیگر از محققان انرژی معادل ۲/۵-۱/۵ کیلوکالری به ازاء هر گرم فیبر را در نظر می گیرند.

¹ Dietary Reference Intake



کراوس ۲۰۱۲-ص ۲۹: فیبرها به عنوان کربوهیدرات های غیرقابل دسترس می باشند که در برابر هضم و جذب مقاوم هستند. میزان انرژی آنها در حداقل مقدار ممکن می باشد.***در ایالات متحده آمریکا میزان انرژی فیبرهای غیرمحلول در برچسب گذاری ۰ کیلوکالری و فیبرهای محلول ۴ کیلوکالری به ازای هر گرم (مشابه کربوهیدرات و پروتئین) در نظر گرفته می شود.

۴۰- ارتباطی منفی (معکوس) بین دریافت فیبر و بروز سرطان پستان وجود دارد، که مکانیسم عملکرد فیبرها در کاهش استروژن سرم به دنبال مصرف فیبر شامل موارد زیر می باشد: الف) فیبر می تواند با استروژن باند شده و از باز جذب آن ممانعت کند. ب) از طریق کاهش تعداد باکتریهای غیر کتوگه کننده مانع سرطان پستان می شود (در این زمینه تاثیر فیبرهای بیشتر محلول به اثبات رسیده است)

۴۱- بررسی نتایج مطالعات متعدد نشان می دهد که در بین تمام انواع فیبر پسیلیوم بهتر تحمل می گردد و اثرات جانبی ندارد، UL برای فیبرها تعیین نگردیده است ولیکن مصرف برخی از آنها می تواند باعث ناراحتی های گوارشی مانند نفخ، درد شکمی و اختلالات هضمی گردد. میزان تحمل افراد مختلف نسبت به فیبرها بسیار متغیر می باشد. مطالعات نشان می دهند رژیم های حاوی مقادیر زیاد فیبر بطور معنی داری با کاهش غلظت هورمون ها و عدم تخمک گذاری در ارتباط است. همچنین رژیم های پرفیبر منجر به کاهش جذب مینرال هایی نظیر کلسیم، آهن و روی می شوند. علاوه بر این، تحقیقات نشان می دهند که برخی از فیبرها (نظیر اینولین) ممکن است جذب کلسیم را در برخی جمعیت ها افزایش دهد.



ب: لیپیدها

۱- لیپیدها بر خلاف کربوهیدرات ها پلیمر نیستند بلکه مولکولهای کوچک مشتق شده از بافت های حیوانی یا گیاهی می باشند. لیپیدها ترکیبات ناهمگونی می باشند که در آب نامحلول هستند.

۲- چربی ها ۹ کیلوکالری (۳۸ KJ/gr) به ازای هر گرم انرژی تولید می کنند و حدود ۳۴٪ انرژی غذایی روزانه را تامین می نمایند. انرژی ناخالص به ازای هر گرم چربی در بمب کالریتری ۹,۴۵ و انرژی حاصل از هضم و متابولیسم ۹ کیلوکالری می باشد.

۳- میزان کل چربی موجود در بدن (مرتبط با سلامتی) در زنان ۱۸-۳۰٪ و در مردان ۱۰-۲۵٪ وزن بدن را شامل می شود. میزان چربی موجود در بدن ورزشکاران حرفه ای و برگزیده می تواند بسیار کمتر از متوسط افراد عادی باشد. میزان متوسط برای تناسب اندام این افراد در مردان ۱۲-۱۸ درصد وزن بدن و در زنان ۱۶-۲۵٪ وزن بدن می باشد. چربی ضروری در زنان بدلیل آناتومی زنانه ۱۲٪ (چربی موجود در سینه ها، لگن و رانها که تامین کننده توانایی تولیدمثل در زنان می باشد) و در مردان ۳٪ می باشد.

۴- میزان چربی موجود در میوه جات و سبزیجات حاغ سس سالاد و نصف پیمانه لوبیای پخته، ماست کم چرب ۱ لیوان، تخم مرغ نیمرو اعدد، ق چ مارگارین یا کره، کره بادام زمینی (۲ قغ) دانه آفتاب گردان خشک (۱/۴ لیوان) آوآکادو (نصف یک عدد متوسط) > بادام زمینی بوداده خشک (۱/۴ لیوان)، گوشت گاو چرخ کرده و کباب شده (۹۰ گرم) > چیز برگر بزرگ، پای گردو (۱/۸ از پای ۹ اینچی)

۵- طبقه بندی لیپیدها:

۱- لیپید های ساده:

اسید های چرب

چربی های خنثی: استر اسیدهای چرب با گلیسرول (مونوگلیسرید، دی گلیسرید و تری گلیسریدها)

موم ها: استر اسیدهای چرب با الکل با وزن مولکولی بالا شامل استرهای استرولی (استر کلسترول) و استر غیر استرولی (رتینل پالمیتات)

۲- لیپیدهای مرکب:

فسفولیپیدها: ترکیب اسیدچرب + اسیدفسفریک + یک باز نیتروژنی

گلیسروفسفولیپید (مانند لستین، سفالین و پلاسماژن ها)

گلیکواسفنگولیپید (مانند اسفنگومیلین و سرامید)

گلیکولیپید ها: ترکیب اسیدچرب + مونوساکارید + باز نیتروژنی + مثل سربرزیدها، گانگلیوزایدها)

لیپوپروتئین ها

۳- لیپیدهای متفرقه:

استرول: کلسترول، ویتامین D و اسیدهای صفراوی

ویتامین A, E, K



۶- عوامل موثر در طبقه بندی اسیدهای چرب:

۱- تعداد کربن ۲- تعداد پیوند دوگانه ۳- موقعیت اولین پیوند دوگانه در زنجیره

۷- تقسیم بندی اسیدهای چرب بر اساس طول زنجیر:

۱- اسیدهای چرب کوتاه زنجیر: حاوی ۴-۶ اتم کربن (SCFA)

۲- اسیدهای چرب متوسط زنجیر: حاوی ۸-۱۴ کربن

* اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (SCFAs) (چهارکربن) و اسیدهای چرب با زنجیره متوسط (MCFAs) (۱۲-۶ اتم کربن)

معمولاً در روغن‌های گیاهی و چربی لبنیات یافت می‌شوند

۳- اسیدهای چرب بلند زنجیر: حاوی ۱۶-۲۰ و یا بیشتر اتم کربن (LCFA)

۸-: تعداد کمی اسید چرب با زنجیر کربن بلندتر در بافتهای پستانداران و بنابراین در رژیم غذایی انسان وجود دارند. اسیدهای چرب

بسیار بلند زنجیر در مغز و بافت‌های ویژه ای مثل شبکه و اسپرما توزوآ وجود دارند و بافت آدیپوز دارای اسیدهای چرب با طول

متفاوت می باشد.

۹- اسید مریستیک (۱۴ کربنه) موجود در کره و روغن نارگیل و اسید پالمیتیک (۱۶ کربنه) موجود در روغن نخل و روغن حیوانی

بیشترین اثر را در افزایش کلسترول خون دارند و هایپرکلسترولمیک ترین اسیدهای چرب می باشند درحالی که اسید آستئاریک (۱۸

کربنه) موجود در کره کائو و روغن حیوانی اسید چرب ختنی از نظر تاثیر بر کلسترول خون می باشد. (توجه به جدول زیر نشان می

دهد اسد بهنیک در روغن بادام زمینی، الانیدیک و واسینیک در کره، گادولئیک در روغن برخی ماهی ها و اروسیک در روغن کانولا

موجود است)

* منابع اسید چرب لینولئیک: روغن های گیاهی، بویژه گلرنگ، ذرت، سویا و پنبه دانه می باشد.

* منابع اسید چرب لینولنیک: روغن سویا، کانولا، گردو، جوانه گندم و پنبه دانه می باشد.

* منبع اسید آراشیدونیک: چربی خوک و گوشت می باشد.

* منبع EPA و DHA: روغن برخی ماهی ها و حلزون صدف دار می باشد.



TABLE 3-4

Common Fatty Acids

Common Name	Systematic Name	Number of Carbon Atoms*	Number of Double Bonds	Typical Fat Source
Saturated Fatty Acids				
Butyric	Butanoic	4	0	Butterfat
Caproic	Hexanoic	6	0	Butterfat
Caprylic	Octanoic	8	0	Coconut oil
Capric	Decanoic	10	0	Coconut oil
Lauric	Dodecanoic	12	0	Coconut oil, palm kernel oil
Myristic	Tetradecanoic	14	0	Butterfat, coconut oil
Palmitic	Hexadecanoic	16	0	Palm oil, animal fat
Stearic	Octadecanoic	18	0	Cocoa butter, animal fat
Arachidic	Eicosanoic	20	0	Peanut oil
Behenic	Docosanoic	22	0	Peanut oil
Unsaturated Fatty Acids				
Caproic	9-Decenoic	18	1	Butterfat
Lauric	9-Dodecenoic	12	1	Butterfat
Myristic	9-Tetradecenoic	14	1	Butterfat
Palmitoleic	9-Hexadecenoic	16	1	Some fish oils, beef fat
Oleic	9-Octadecenoic	18	1	Olive oil, canola oil
Elaidic	9-Octadecenoic	18	1	Butterfat
Vaccenic	11-Octadecenoic	18	1	Butterfat
Linoleic	9,12-Octadecadienoic	18	2	Most vegetable oils, especially safflower, corn, soybean, cottonseed
Linolenic	9,12,15-Octadecatrienoic	18	3	Soybean oil, canola oil, walnuts, wheat germ oil, flaxseed oil
Gadoleic	11-Eicosenoic	20	1	Some fish oils
Arachidonic	5,8,11,14-Eicosatetraenoic	20	4	Lard, meats
—	5,8,11,14,17-EPA	20	5	Some fish oils, shellfish
Eraucic	13-Docosenoic	22	1	Canola oil
—	4,7,10,13,16,19-DHA	22	6	Some fish oils, shellfish

Modified from Institute of Shortening and Edible Oils Food for and oils, vol 6 Washington, DC, 1989, The Institute.
DHA, Docosahexaenoic acid; EPA, eicosapentaenoic acid
*All double bonds are in the cis configuration except for elaidic acid and vaccenic acid, which are trans

۱۰- تقسیم بندی اسیدهای چرب بر اساس درجه اشباع:

- ۱- اسیدهای چرب اشباع (SFA یا SAFA) در آن تمام جایگاههای اتم کربنی که به کربن متصل نشده است با اتم هیدروژن اشباع شده است. این اسیدهای چرب فاقد پیوند دوگانه می باشند. ۲- اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA یا MFA) تنها یک پیوند دوگانه دارد. ۳- اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) دو یا چند پیوند دوگانه دارد (توجه به غنی ترین منبع SAFA کل: روغن نارگیل و روغن هسته خرما غنی ترین منبع اسید پالمیتیک: روغن پالم توصیه می گردد).



TABLE 4.2 AVERAGE TRIGLYCERIDE FATTY ACID COMPOSITION OF IMPORTANT EDIBLE FATS*

FOOD (100 g)	AVERAGE FAT (%)	AVERAGE FATTY ACID COMPOSITION							
		TOTAL ^b	SATURATED			MONOUNSATURATED AND POLYUNSATURATED			
			16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:4	
Milk (cow) 3.25%	4	3	0.8	0.4	0.8	17.1 ^c	0.08		
Butter	81	51	22	10	20	3	0.1		
Lard (pig)	100	39	24	14	41	10	1		
Pork ^c	7	2.3	1.5	0.7	3	0.6	0.03	0.08	
Tallow	100	50	25	19	36	3	0.6		
Beef ^d	9	3	2	1	4	0.3	0.05	0.04	
Chicken ^e	16	3.3	3	0.6	4	3	0.1		
Egg	10	3	2	0.8	4	1	0.03	0.1	
Turkey ^f	2	0.3	0.3	0.08	0.4	0.3	0.01	0.02	
Sesame oil	100	14	9	5	39	39	0.3		
Soybean oil	100	15	11	4	23	51	7		
Corn oil	100	8	5	2	57	23	6		
Sunflower seed oil	100	9	4	4	57	29		0	
Olive oil	100	14	11	2	7	30	0.8	0	
Cottonseed oil	100	26	23	2.3	17	52	0.2	0.1	
Safflower oil	100	6.2	4.28	2	14	75			
Palm oil	100	49	44	4	37	9	0.2		
Coconut oil	100	87 ^b	8	3	6	2			
Palm kernel oil	100	82 ^b	8	3	1	2			
Canola oil	100	7	4	2	62	19	9		
High oleic canola oil	100	7	3	2	70	15	23		
Cashew nut	44	8	4	3	24	8	0.06		
Walnut	65	6	4	2	9	38	9		
Herring (Atlantic)	9	2	1	0.1	2	0.1	0.1	0.06	
Salmon (Atlantic)	13	3	2	0.5	3	1	0.2	0.09	

*The figures given are approximations because climate, species, and fodder composition, for example, cause great variations.

^bThe balance of saturated fatty acids is formed by fatty acids with chain lengths of less than 12 (butter 14%) and 12 and 14 (butter 16%, coconut and palm kernel 65% to 70%).

^cPork, fresh, loin, center rib (chops or roasts), bone-in, separable lean and fat, raw.

^dBeef, bottom sirloin, tri-tip roast, separable lean and fat, trimmed to 0⁺ fat, all grades, raw.

^eChicken breast tenders, uncooked.

^fTurkey breast meat.

Data from US Department of Agriculture, National Nutrient Database. Available at: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrr/nd/>. Accessed May 31, 2011, with permission.

۱۱- غشای سلول باید انعطاف پذیر و پایدار باشد، در نتیجه در ساختار فسفولیپیدهای غشای یک اسیدچرب اشباع شده و یک اسیدچرب چند غیر اشباع که فراوان ترین آن اسیدآرآشیدونیک می باشد، شرکت می کند.

۱۲- موقعیت اولین پیوند دوگانه از انتهای متیل ضروری بودن یا نبودن اسیدهای چرب را در انسان مشخص می کند، لذا لینولئیک و لینولینیک اسیدهای چرب ضروری محسوب می گردند.

۱۳- عمدتاً اسید لینولئیک (۶-۲ n : C18) موجود در (بیشتر روغن های گیاهی، بویژه روغن گلرنگ، ذرت، سویا و پنبه دانه) و اسید آلفا لینولینیک (۳-۳۰ : C18) به موجود در (روغن سویا، کانولا، گردو، جوانه گندم و بذرتکتان) عنوان اسیدچرب ضروری در نظر گرفته می شوند. استفاده از مشتقات اسیدهای چرب امگا ۳ موجود در رژیم ویا روغن ماهی دارای اثرات مثبتی در تعدادی از بیماری ها می باشد از آن جمله می توان به بهبود عملکرد مغز در دوره سالمندی اشاره نمود.

۱۴- ALA می تواند از روغن بذر کتان (بذرک) (۵۷٪)، کانولا یا کلزا (۸٪) و روغن سویا (۷٪) و برگهای سبز برخی از گیاهان مانند خرفه تامین شود. نکته کراوس ۲۰۱۲: منبع غذایی اسیدهای چرب امگا ۳ با طول زنجیر بلندتر عمدتاً موجودات دریایی نظیر روغن کبد ماهی cod، سالمون و ساردین می باشد.

۱۵- عمده ترین منابع اسیدهای چرب ترانس در رژیم غذایی آمریکایی ها: مارگارین هیدروژنه شده، روغن تردکننده شیرینی، چربی های سرخ کردنی تجاری، محصولات پرچرب نانوائی، میان وعده های نمک دار و منابع طبیعی اسیدهای چرب ترانس کره و چربی حیوانی هستند که به دلیل تخمیر باکتریایی در شکمبه گاو و گوسفند تولید شده اند.



۱۶- دریافت زیاد اسیدهای چرب ترانس با بیماری کرونر قلبی، سرطان، دیابت نوع ۲ و آلرژی می باشد که احتمالاً به علت توانایی بالقوه آن در تاثیر بر سیالیت غشا می باشد. بنابراین توصیه ها مبنی بر محدودیت مصرف اسیدهای چرب ترانس و اسیدهای چرب اشباع در کمترین مقدار ممکن می باشد.

۱۷- اکسیداسیون میتوکندریایی اسیدهای چرب ترانس کندتر از ایزومرهای سیس است، به علاوه اینکه غیر اشباع سازی و افزایش طول زنجیره این نوع چربی بسیار کندتر می باشد. هر چقدر که نسبت چربی ترانس به اسید لینولئیک کاهش یابد، سطوح کلسترول سرم نیز کاهش خواهد یافت.

۱۸- اسید لینولئیک کونژوگه (CLAs): اسید لینولئیک کونژوگه از نظر موقعیتی و هندسی ایزومر اسید لینولئیک می باشد، در این اسید چرب پیوندهای دوگانه برخلاف اسید لینولئیک توسط گروههای متیلنی از یکدیگر جدا نمی شوند. این اسید چرب بخش کوچکی از چربی موجود در گوشت و محصولات لبنی را تشکیل می دهد. ایزومر cis-9 و trans-11 (فراوانترین ایزومر موجود در طبیعت) به نظری رسد مسئول اثرات آنتی کارسینوژنیک اسید لینولئیک کونژوگه باشد این در حالی است که ایزومر trans-10 و cis-12 منجر به کاهش چربی بدن و تغییرات چربی های موجود در خون می گردد. هر دو ایزومر در مقاومت انسولین در بدن انسان نقش دارند. علت توجه به CLA نقش آنتی کارسینوژن، آنتی دیابتیک و آنتی آترواسکلروتیک این اسید چرب می باشد. نتایج مطالعات مکملیاری با اسید لینولئیک کونژوگه بیانگر کاهش درصد چربی بدن و توده بدنی می باشد.

۱۹- اسیدهای چرب مختلفی می توانند در تشکیل یک تری گلیسرید شرکت کنند که این مساله، به اسیدهای چرب موجود در رژیم غذایی و مقدار سنتز آنها بستگی دارد.

۲۰- لسیتین (فسفاتیدیل کولین): فسفولیپید عمده و جزء اصلی لیپیدی در غشای دولایه لیپیدی می باشد. همچنین لسیتین ترکیب اصلی لیپوپروتئین های حمل کننده چربی ها و کلسترول (از قبیل HDLs, LDLs, VLDLs) نیز محسوب می شود. لسیتین از اسید آراشیدونیک در بدن قابل سنتز است، البته در مواد غذایی نیز یافت می شود. به دلیل اینکه تمامی سلولها حاوی لسیتین هستند، محصولات حیوانی به خصوص جگر، زرده تخم مرغ، از منابع غنی لسیتین می باشند. محصولات گیاهی مانند سویا، بادام زمینی، حبوبات، اسفناج و جوانه گندم نیز از منابع غنی لسیتین محسوب می شوند. لسیتین به عنوان پایدار کننده به محصولات غذایی مانند مارگارین، بستنی و شیرینی جات اضافه می شود.

۲۱- زمانی که استرولها و استانولهای گیاهی شکل استریفیه شده افزوده شده آنها به کره گیاهی به میزان ۲-۳ گرم در روز مصرف گردد، منجر به کاهش کلسترول تا حدود ۲۰٪ می گردد. در برنامه ATP III (Adult Treatment Panel III) مصرف استانولها بعنوان بخشی از رژیم غذایی برای کاهش سطح کلسترول در نظر گرفته شده است. از آنجایی که مصرف این استرها با تاثیر بر روی میزان جذب منجر به کاهش سطح بتا کاروتن، آلفا توکوفرول و لیکوپن می گردد، لذا مطالعات بیشتری جهت سلامت استفاده از این ترکیبات در بالغینی با سطح کلسترول نرمال، کودکان و زنان باردار، مورد نیاز می باشد.

۲۲- تری گلیسیریدهای با زنجیر متوسط (MCTs): حاوی اسیدهای چرب اشباع با طول زنجیره ۶ تا ۱۲ کربن می باشند. اگرچه MCTs به طور طبیعی در چربی شیر، روغن نارگیل و روغن هسته خرما وجود دارند و روغن های MCT حاوی ۸/۲۵ کیلوکالری



انرژی هستند جذب MCTs بسیار سریع بوده و در نتیجه تحت تاثیر عوامل روده‌ای که مانع جذب چربی می‌شوند قرار نمی‌گیرند. MCTs در بافت چربی ذخیره نمی‌شوند و معمولاً به اسید استیک اکسید خواهند شد.

مصرف MCT برای افرادی که کمبود نمک‌های صفراوی موردنیاز برای متابولیسم و انتقال اسیدهای چرب بلندزنجیر را دارند از نظر بالینی بسیار مفید می‌باشد. مکمل‌های این ترکیب برای استفاده بالینی به صورت روغن ویا نوشیدنی‌هایی بهمراه سایر درشت مغذی‌ها وریز مغذی‌ها موجود می‌باشد.

۲۳- لیپیدهای سازمان داده شده: شامل روغن MCT استریفیه با اسید چرب مورد نظر مانند اسید لینولئیک یا اسید چرب از نوع امگا-۳ است. این محصول سریع‌تر از تری‌گلیسیرید بلند زنجیره جذب می‌شود. از نظر بالینی، نقش لیپیدهای سازمان داده شده در فرمول‌های تغذیه وریدی و روده‌ای در شرایط خاص تحت بررسی است (مانند افزایش عملکرد ایمنی یا افزایش توان ورزشی).

۲۴- ارزش کالریکی جانشین شونده‌های چربی با پایه صمغ‌ها، سلولز، دکسترین‌ها، فیبر، مالتودکسترین‌ها، نشاسته بین ۵ کیلو کالری به ازای هر گرم (کاپرین) و صفر کیلو کالری به ازای هر گرم (اولسترا و کارآگینان) متفاوت هستند.

۲۵- این جانشین شونده‌ها که از پروتئین ساخته می‌شوند، ۴-۱/۳ کیلو کالری به ازای هر گرم انرژی تولید کرده و محتوای پروتئینی غذا را افزایش می‌دهند (simplex).

مونوآسیل گلیسیریدها (مونوگلیسرول) و دی‌آسیل گلیسیریدها (دی‌گلیسیریدها)، معمولاً به عنوان امولسیفایر قابل استفاده بوده و خصوصیات حسی شبه چربی را ایجاد نموده، اما کالری کمتر دارند (در حدود ۵ کیلو کالری به ازای هر گرم). سالاتریم (مولکول تری‌گلیسیرید حاوی اسید چرب با زنجیره کوتاه و بلند) نوع دیگری از جانشین شونده‌های چربی است که حاوی ۵ کیلو کالری به ازای هر گرم انرژی می‌باشد.

۲۶- هضم لیپیدها در دهان آغاز در معده ادامه یافته و قسمت اعظم هضم و جذب در روده کوچک در حضور املاح صفراوی، آنزیم‌های پانکراسی و تشکیل میسل‌ها انجام می‌شود.

SOURCE	FACTOR	LOCATION OF ACTION	FUNCTION
Food (breast milk)	Bile salt-stimulated lipase	Duodenum	Converts monoglycerides and free fatty acids to glycerol and free fatty acids
Oral cavity	Lingual lipase	Mouth; esophagus; stomach	Cleave triglycerides at sn-3 position
Stomach	Gastric lipase	Stomach; duodenum	Cleave triglycerides at sn-3 position
Pancreas	Pancreatic lipase	Duodenum	Splitting of sn-1 and sn-3 positions
Liver	Bile salts	Duodenum	Emulsification of fats and reabsorption is small intestine and colon

محصول عمل: اسید چرب و گلیسرول

محصول عمل: اسید چرب و 2 دی‌اسیل گلیسرول

محصول عمل: اسید چرب و 2 مونوآسیل گلیسرول



۲۷- کولپاز نیز یک پروتئین پانکراسی است که از طریق اتصال به لیپاز و ایجاد اطمینان از چسبیدن آن به سطح قطرکهای چربی این اثر ممانعتی نمک‌های صفراوی را از بین می‌برد. کولپاز همچنین به دلیل داشتن میل ترکیبی با نمک‌های صفراوی، فسفولیپیدها و کلسترول سبب تسهیل انتقال محصولات هیدرولیزی و مونوگلیسیریدها (MGs) و اسیدهای چرب آزاد از قطرکهای چربی به میسل‌های حاوی نمک‌های صفراوی می‌شود.

۲۸- در نوزادان شیر مادر خوار، هضم تری گلیسیریدها به وسیله عملکرد هماهنگ و جمعی لیپاز معدی، لیپاز وابسته به کولپاز پانکراسی و لیپاز تحریک شونده به وسیله نمک صفراوی (BSSL)^۲ موجود در شیر مادر صورت می‌گیرد. در حالی که لیپاز معدی هضم گلوبول چربی شیر را آغاز می‌کند، BSSL به صورت غیر انتخابی سبب تبدیل مونوگلیسیریدها و اسیدهای چرب آزاد، به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد می‌شود که این فرآیند کارایی جذب را افزایش می‌دهد.

۲۹- شواهد همچنین نشان می‌دهند که با افزایش طول زنجیره اسیدچرب، کارایی جذب آن کاهش خواهد یافت و به طور کلی کارایی جذب با میزان غیر اشباع بودن اسید چرب افزایش می‌یابد. تمایل طبیعی برای C_{16:0} در قرارگیری در موقعیت sn-2^۳ شیر مادر توضیح دهنده قابلیت هضم بالای چربی شیر مادر باشد. ۴- اسیدهای چرب با طول زنجیره کمتر از ۱۲ اتم کربن (۸-۱۲ کربن) بدلیل کوتا‌هتر بودن و حلالیت بالاتر (مانند آنچه در تری گلیسیریدها بازنجیره متوسط دیده می‌شود) به صورت غیر فعال و از طریق اتصالات موکوسی (معدی و کولونی) بدون نیازه تشکیل میسل و استریفیکاسیون نیز جذب شده و به وسیله ورید باب برداشته می‌شوند.

۳۰- مکمل تورین خوراکی منجر به ترشح بیشتر اسید صفراوی و جذب بیشتر اسید چرب در نوزادان نارس و نوزادان کوچک برای سن بارداری^۳ می‌شود.

۳۱- به طور کلی جذب کلسترول در روده به میزان ۶۵٪-۷۰٪ می‌باشد به طوری که سطوح پلاسمایی کمپسترول معمولاً بیشتر از سیتواسترول است در حالی که سیتواسترول در پلازما تقریباً غیر قابل تشخیص استکارایی جذب β - سیتواسترول که استرول اصلی گیاه است، ۵٪-۴ بوده که این میزان حدود یک دهم کارایی جذب کلسترول است. کارایی جذب کمپسترول بیشتر بوده و حدود ۱۰٪ گزارش شده است ولی برای سیتواسترول تقریباً جذبی وجود ندارد.

۳۲- ارگوسترول^۴ ($\alpha-24, \Delta^{22}$ - متیل کلسترول)، استرول اصلی مخمر است به طوری که ۹۶-۱۰۰٪ فیتواسترول آن را تشکیل می‌دهد. البته ارگوسترول در مقادیر چشمگیری در روغن‌های ذرت، پنبه دانه و بادام زمینی نیز وجود دارد. سیتواسترول در بیشتر روغن‌های گیاهی یافت شده و روغن دانه سویا به طور خاص غنی از آن است. روغن کاج منبع اصلی سیتواسترول می‌باشد.

۳۳- انتقال لیپیدها از مسیر آگزوزن که همان انتقال چربی‌های غذایی توسط شیلومیکرون‌ها به لنف و از آنجا به جریان خون و کبد بوده و سیستم دیگر سیستم آندوژنی است که شامل لیپوپروتئین‌های تشکیل شده در کبد و تهاملات آنها با یکدیگر می‌باشد.

²- Bile salt - stimulated lipase

³- Small for gestational age

⁴- Ergosterol



LIPOPROTEIN	DENSITY (g/dL)	MOLECULAR MASS (DALTONS)	DIAMETER (nm)	LIPID (%) ^a		
				TRIGLYCERIDE	CHOLESTEROL	PHOSPHOLIPID
Chylomicrons	0.95	1400×10^6	75-1200	80-95	2-7	3-9
VLDL	0.95-1.006	$10-80 \times 10^6$	30-80	55-80	5-15	10-20
IDL	1.006-1.019	$5-10 \times 10^6$	25-35	20-50	20-40	15-25
LDL	1.019-1.063	2.3×10^6	18-25	5-15	40-50	20-25
HDL	1.063-1.21	$1.7-3.6 \times 10^5$	5-12	5-10	15-25	20-30

HDL, high-density lipoprotein; IDL, intermediate-density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; VLDL, very-low-density lipoprotein.

^aPercentage composition of lipids, apolipoproteins make up the rest.

From Ginsberg HN. Med Clin North Am 1994;78:1-20, with permission from WB Saunders.

۳۴- معمولاً تمامی اسیدهای چرب به شکل شیلومیکرون وارد خون نمی شوند. اسیدهای چرب با تعداد کربن کمتر از ۱۴ و اسیدهای چربی که دارای چندین پیوند دوگانه هستند، مستقیماً وارد جریان خون می شوند. این اسیدهای چرب توسط آلبومین در خون جا به جا می شوند. انتقال از طریق ورید باب در مقایسه با حمل توسط شیلومیکرون‌ها منجر می شود تا اسیدهای چرب سریع تر به کبد تحویل داده شوند. مصرف چربی‌های حاوی SCFAs و MCFAs با انتقال پورتال (باب) به کبد همراه است که این امر منجر به میزان بالاتری از اکسیداسیون چربی می شود. آپوپروتئین‌های موجود در شیلومیکرون‌ها B48 و A-I می باشد.

۳۵- سیستم انتقال اندوژن: انتقال اندوژن لیپیدها و متابولیت‌های آنها از سه جز مرتبط با یکدیگر تشکیل شده است. الف) اولین جز شامل لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDLs)، لیپوپروتئین با چگالی متوسط (IDLs) و لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDLs) است که حرکت لیپیدها از کبد به بافتهای محیطی را هماهنگ می کنند. مهمترین آپوپروتئین موجود در LDL آپوپروتئین B100 می باشد

ب) دومین جز، HDLs است که لیپیدها را از بافتهای محیطی به کبد باز می گرداند. ج) سومین جز که به وسیله لیپوپروتئین‌ها صورت نمی گیرد شامل انتقال اسید چرب آزاد از منابع ذخیره‌ای به اندام‌های متابولیزه کننده است. مهمترین آپوپروتئین موجود در HDL آپوپروتئین A-I می باشد. افزایش سطوح HDL با کاهش خطر بیماری کرونری قلب مرتبط است. از نسبت APO-A به APO-B یا برعکس برای ارزیابی خطر بیماری‌های قلبی-عروقی استفاده می کنند.

۳۶- چگونگی برداشت LDL: اولین فرآیند وابسته به رسپتور بوده و شامل تعامل بین Apo-B-100 و LDL با رسپتورهای خاص LDL بر روی سطح سلول می باشد. از نظر کمی، بیشترین تعداد رسپتورهای LDL در کبد وجود دارند. دومین فرآیند مستقل از رسپتور است. بر خلاف برداشت LDL از نوعی که وابسته به رسپتور است، انتقال غیر وابسته به رسپتور، غیر قابل اشباع می باشد. با اینکه سرعت انتقال از مسیر مستقل از رسپتور کم است، اما این فرم از انتقال تحت تاثیر مستقیم سطوح LDL پلاسما، افزایش می یابد. در نتیجه این مسیر می تواند در سطوح بالای LDL در پلاسما اساسی و مهم باشد

۳۷- اکسیداسیون LDL: کلسترول‌های موجود در ذرات LDL می توانند توسط فرآیند اکسیداسیون تغییر یابند، در این حالت این فرم از LDL به وسیله رسپتورهای لاشه خوار LDL ماکروفاژها برداشت شده منجر به تولید سلول حبابی^۵ و آترواسکلروز می شود

⁵ -Foam cell



۳۸- چربی‌های اشباع منجر به افزایش سطوح کلسترول تام و کلسترول LDL و HDL در گردش خون می‌شود، درحالی که PUFA هم لیپوپروتئین بد وهم خوب را کاهش می‌دهد.

۳۹- تری‌گلیسریدهایی که در موقعیت شماره ۲ خود اسید پالمیتیک دارند بیشتر جذب و در نتیجه هاپرکلسترولمیک تر خواهند بود.

۴۰- اگر به جای کربوهیدرات PUFA را جایگزین کنیم، LDL-C کاهش می‌یابد. اگر در رژیم کم چرب به جای SFAs، PUFAs را جایگزین کنیم، HDL-C و LDL-C هر دو کاهش می‌یابند. به طور کلی، حذف SFAs دو مرتبه موثرتر از افزایش PUFAs در کاهش کلسترول می‌باشد.

۴۱- جایگزینی MUFAs به جای کربوهیدرات‌ها بر لیپیدهای خون هیچ اثر قابل ملاحظه‌ای ندارد، اما جایگزینی آن بجای SFAs (جایگزینی کره با روغن زیتون) به اندازه PUFAs باعث کاهش توتال کلسترول، LDL-C و TG می‌شود. اثرات MUFAs بر HDL-C بستگی به کل چربی رژیم دارد. زمانی که میزان دریافتی MUFAs ($E > 15\%$) و کل چربی بالا ($E > 35\%$) باشد، در مقایسه با رژیم کم چرب، HDL-C یا تغییری نمی‌کند یا اندکی افزایش می‌یابد. روغن زیتون بعنوان جزئی از رژیم غذایی مدیترانه‌ای دارای اثرات ضدالتهابی می‌باشد.

۴۲- مصرف اسیدهای چرب ترانس، سطوح LDL را افزایش و HDL را کاهش می‌دهد که مکانیسم آن از طریق فعال نمودن CETP می‌باشد.

۴۳- زمانی که چربی کاهش و کربوهیدرات (بعنوان منبع اصلی انرژی) جایگزین آن می‌گردد، میزان تری‌گلیسرید افزایش و HDL کاهش می‌یابد.

۴۳- پروتئین‌های حیوانی در مقایسه با پروتئین گیاهی، سطوح کلسترول در گردش را افزایش می‌دهد. اثر پروتئین‌های حیوانی و گیاهی بر میزان کلسترول سرم به نسبت لیزین به آرژینین در آنها بستگی دارد.

۴۴- فیبرهای غیر محلول نظیر سلولز و لیگنین هیچ تأثیری بر میزان کلسترول سرم ندارند. از کل فیبر توصیه شده ($25-30 \text{ g/day}$) برای بزرگسالان، در حدود $10-6 \text{ g}$ بایستی از فیبر محلول باشد. دستیابی به این مقدار در صورت مصرف بیشتر از ۵ سروینگ میوه و سبزی در روز و بیشتر از ۶ سروینگ غلات کامل، آسان است. فیبرهای محلول از طریق اتصال به لیپیدها و نمک‌های صفاوی و افزایش دفع آنها، جلوگیری از افزایش سریع انسولین و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر منجر به کاهش سطح کلسترول خون می‌گردند.

۴۴- در خرگوش‌های تغذیه شده با رژیم غذایی بدون کلسترول، ساکارز و فروکتوز آتروژنیک‌تر از گلوکز یا لاکتوز بودند.

۴۵- β -casein A¹ یک ترکیب در شیر است که منجر به لیپیدمی و آترواسکلروز می‌شود. آفریقایی‌ها شیری تولید می‌کنند که حاوی β -casein A² است. این شیر پتانسیل آتروژنیک شیرهای غنی از β -casein A¹ را ندارد.

۴۶- بتااکسیداسیون اسیدهای چرب درون میتوکندری صورت می‌گیرد. β -اکسیداسیون میتوکندریایی اسیدهای چرب منجر به آزاد شدن واحدهای دو کربنی استیل - CoA از انتهای کربوکسیل زنجیره آسیل می‌شود. قبل از آزاد شدن هر واحد دو کربنی، اتمهای کربن β در زنجیره آسیل چهار مرحله را طی می‌کنند: دهیدروژناسیون (برداشت هیدروژن)، هیدراسیون (اضافه شدن آب)،