

## فصل اول

### هضم و جذب، انتقال و دفع مواد مغذی

#### واژگان کلیدی

**انتقال فعال:** فرایند جابجایی ذرات از عرض غشاهای سلولی و لایه سلول‌های اپی‌تلیال با کمک یک پروتئین حامل، که به مصرف انرژی نیازمند است.

**آمیلاز:** آنزیمی که از بزاق و پانکراس ترشح شده و نشاسته را هیدرولیز می‌کند.

**انتروگاسترون:** هورمونی که به وسیله موکوس دئودنال در پاسخ به حضور چربی در دئودنوم ترشح می‌شود.

**سوال:** انتروگاسترون در پاسخ به کدام ماده ترشح می‌شود؟ (دکتری تغذیه 83)

الف- پروتئین      ب- چربی      ج- کربوهیدرات      د- فیبر

پاسخ: گزینه ب/

**لیپید شبه گلوکاگون-1:** هورمونی است که از موکوس روده آزاد شده و سبب کاهش تخلیه معده می‌شود، ترشح گلوکاگون را کاهش داده و سبب تحریک ترشح انسولین می‌شود. همچنین حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد.

**پروبیوتیک:** مواد غذایی مورد استفاده باکتری‌های دستگاه گوارش که معمولاً شامل کربوهیدرات، یا الیگوساکاریدهای ویژه از سبزیجات، غلات و حبوبات می‌باشد و همچنین ممکن است نشاسته مقاوم، فیبر غذایی محلول و قندهای جذب نشده را که منبع انرژی ترجیحی برای باکتری‌های مفید دستگاه گوارش هستند در برگیرد.

**پروبیوتیک:** مجموعه‌ای از ارگانیسم‌های زنده که نقش مهمی در ایجاد محیط باکتریایی سالم و از بین بردن باکتری‌های بالقوه مضر دارند.

**سین بیوتیک:** ترکیبی از پروبیوتیک‌ها و پره بیوتیک‌های فروکتان طولانی زنجیر مشابه اینولین می‌باشد که در مراحل اولیه درمان آلرژی نقش دارد.

### مقدمه

اغلب مواد مغذی اصلی در غذاها باید قبل از جذب در روده اتصالات خود را از دست داده به ذرات کوچکتر تبدیل شده و یا محلول تر شوند. سیستم گوارشی مسئول تبدیل مولکولهای بزرگ به واحدهای کوچکتر، با قابلیت جذب بهتر و تبدیل مولکولهای غیر محلول به محلول می باشد.

### دستگاه گوارشی

وظایف اصلی دستگاه گوارش عبارتند از: 1) استخراج درشت مغذیها (پروتئین ها، کربوهیدرات ها، چربی ها) آب و اتانول از غذاها و نوشیدنیهای خورده شده 2) جذب ریز مغذیهای ضروری و عناصر کمیاب 3) عمل کردن به عنوان سد فیزیکی و ایمنولوژیکی در برابر میکروارگانیسم ها، مواد خارجی و آنتی ژنهای بالقوه که همراه غذا مصرف شده یا هنگام عبور از دستگاه گوارش تشکیل شده اند.

علاوه بر این وظایف اصلی، دستگاه گوارش در بسیاری از اعمال تنظیم کننده متابولیک و ایمنولوژیک که کل بدن را تحت تاثیر قرار می دهند نیز شرکت می کند. مجرای گوارش انسان جایگاه مناسبی برای هضم و جذب مواد مغذی از انواع مختلف غذاها شامل گوشت ها، فرآورده های لبنی، میوه ها، سبزیها، غلات، نشاسته ها، قندها، چربی ها و روغن ها است.

حدود 90 تا 97 درصد غذای مصرف شده بسته به طبیعت غذا هضم و جذب می شود. قسمت عمده مواد جذب نشده منشاء گیاهی دارند. در مقایسه با نشخوارکنندگان و حیوانات دارای سکوم خیلی بزرگ، انسان کارایی کمتری در استخراج انرژی از گیاهان دارد. انسان فاقد آنزیم های مورد نیاز برای هیدرولیز پیوندهای شیمیایی است که مولکولهای قندی تشکیل دهنده فیبرهای گیاهی را بهم متصل می کند. فیبرها و کربوهیدراتهای هضم نشده، به درجات مختلف توسط باکتریهای روده بزرگ تخمیر می شوند ولی تنها 5 تا 10% انرژی مورد نیاز انسان از این فرایند بدست می آید.

مجرای گوارش از دهان تا مقعد گسترش داشته و شامل دهان، مری، معده، کبد، کیسه صفرا، پانکراس، روده کوچک و روده بزرگ می باشد. دستگاه گوارش علاوه بر داشتن سطح تماس زیاد، در انجام اعمال فیزیولوژیک و متابولیک مانند ترشح، هضم، جذب و ترمیم سلولی بسیار فعال است. روده انسان حدود 7 متر طول دارد و به شکل چین خورده از حفرات و زواید انگشتی شکل به نام پرز تشکیل شده است. سلولهای پوشاننده مجرای روده طول عمری در حدود 3-5 روز دارند. سپس به داخل مجرا ریزش پیدا می کنند و وارد ذخایر مواد مغذی قابل دسترس می شوند. این سلولها فقط 2-3 روز بطور کامل فعالیت دارند سپس به  $\frac{1}{3}$  انتهای پرزها مهاجرت می کنند.

حدود 45 درصد نیاز انرژی روده کوچک و 70 درصد نیاز انرژی سلولهای پوشاننده روده بزرگ توسط مواد مغذی عبوری از داخل مجرای گوارشی تامین می شود. پس از چند روز گرسنگی، بافت مجرای گوارشی تحلیل می رود که موجب کاهش قابل توجه در

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

سطح جذبی، ترشحات، عملکرد سنتزی، گردش خون و توانایی جذب می شود. با شروع مصرف غذا حتی با کالری کمتر از حد نیاز، رشد سلولی و عملکرد طبیعی گوارشی طی چند روز بهبود می یابد. به نظر می رسد عملکرد مطلوب مجرای گوارش انسان به مصرف مکرر غذای سالم بستگی دارد نه مصرف مقادیر زیاد و پراکنده با دوره های طولانی مدت گرسنگی.

اغلب مواد مغذی جذب شده از دستگاه گوارش وارد ورید پورت شده و به کبد (که محل اصلی ذخیره، تبدیل و یا رهاسازی مواد مغذی به جریان خون است) انتقال می یابند. محصولات نهایی حاصل از هضم اغلب چربی های رژیمی از طریق سیستم لنفوی وارد جریان خون می شوند.

### مروری کوتاه بر فرآیندهای هضم و جذب

در دهان، جویدن باعث کاهش اندازه ذرات غذایی می شود که با ترشحات بزاقی مخلوط شده و برای بلع آماده می شود. مقدار کمی نشاسته توسط آمیلاز بزاق تجزیه می شود ولی اثر آن در هضم کلی کربوهیدرات کم است. مری غذا و مایعات را از حفره دهان و حلق به معده منتقل می کند.

در معده غذا با مایع اسیدی و آنزیم های پروتولیتیک و لیپولیتیک مخلوط می شود. در این مرحله تنها مقدار محدودی چربی هضم می شود و پروتئین ها دچار تغییر ساختاری شده و تا حدودی به پپتیدهای بزرگ تبدیل می شوند. هنگامی که غذا قوام و غلظت مناسبی پیدا کرد، معده به محتویاتش اجازه عبور به روده کوچک را می دهد و در آنجا قسمت عمده هضم انجام می گیرد. در 100 سانتی متر ابتدایی روده باریک، مجموعه ای از فعالیتها، منجر به هضم و جذب قسمت عمده غذای مصرف شده می گردند. وجود مواد غذایی در روده باریک سبب ترشح هورمونهایی می شود که باعث تحریک تولید و ترشح آنزیمها از پانکراس و روده باریک، ترشح صفرا از کبد و کیسه صفرا می شود. که نتیجه آن تبدیل نشاسته به کربوهیدراتهای با وزن مولکولی کم و تبدیل پروتئین به پپتیدهای با اندازه کوچک تا متوسط می باشد. چربی در ابتدا به تری گلیسیرید و سپس به اسیدهای چرب و گلیسرول تبدیل می شود. آنزیم های حاشیه مسواکی روده باریک کربوهیدراتهای باقیمانده را به منوساکاریدها و پپتیدها را به اسیدهای آمینه آزاد، دی پپتید و تری پپتید تبدیل می کنند.

➤ **نکته:** بخش عمده غذاهای مایع طی 1 الی 2 ساعت و اغلب غذاهای جامد طی 2 الی 3 ساعت از معده تخلیه می

شوند.

➤ **نکته:** در صورت مصرف مجزا، کربوهیدرات ها سریعتر معده را ترک کرده و پس از آن به ترتیب پروتئین، چربی و فیبرها تخلیه می شوند. بنابراین در صورت مصرف هر کدام از درشت مغذی ها و فیبر به تنهایی سرعت تخلیه آن ها از معده به قرار زیر است:

کربوهیدرات < پروتئین < چربی < فیبر

همراه با ترشحات معده، بزاق، ترشحات حاصل از پانکراس، روده باریک و کیسه صفرا 7 تا 9 لیتر مایع در روز تولید می شود که 3 تا 4 برابر بیشتر از مقدار معمول مایعات مصرفی از طریق دهان می باشد. ولی 100 تا 150 میلی لیتر از کل مقدار مایع وارد شده به روده باز جذب می شود.

حرکت مواد دریافت شده و ترشح شده در دستگاه گوارش توسط هورمونهای پپتیدی، اعصاب و عضلات دستگاه گوارش تنظیم می شود. در طول قسمت باقیمانده روده باریک و قبل از رسیدن به کولون یا روده بزرگ تقریباً تمام ریز مغذیها، مواد معدنی، ویتامینها، عناصر کم مقدار و مایعات جذب می شوند.

کولون و رکتوم قسمت عمده ای از مایعات باقی مانده را از روده باریک گرفته و جذب می کنند. کولون همچنین الکترولیت ها و مقدار کمی از مواد مغذی باقیمانده را جذب می کند. قسمت عمده ای از مواد مغذی که توسط دستگاه گوارش جذب می شوند از طریق ورید پورت به کبد می روند و در آنجا ممکن است ذخیره شده، به مواد دیگر تبدیل شوند و یا وارد گردش خون شوند.

قسمت عمده محصولات نهایی چربی رژیم غذایی از طریق گردش لنفاوی وارد جریان خون می شوند. فلور کولونی نقش اساسی در تخمیر فیبرهای باقیمانده، نشاسته مقاوم، قند و اسیدهای آمینه دارد. تخمیر کربوهیدرات های باقیمانده منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) و گاز می شود. SCFAs به عملکرد طبیعی موکوسی کمک کرده و مقدار کمی انرژی از مواد باقیمانده بازیافت می کنند و سبب تسهیل جذب نمک و آب باقی مانده در کولون می شوند.

مواد باقیمانده، بویژه فیبرهای قابل تخمیر بخاطر تولید SCFAs، کاهش pH کولون و افزایش باکتریهای مفید بعنوان پره بیوتیک عمل می کنند.

### آنزیمها در فرآیند هضم

هضم مواد غذایی با هیدرولیز مستقیم، تحت تاثیر آنزیمها است. کوفاکتورهایی از قبیل اسید کلریدریک، صفرا و بیکرینات سدیم از فرآیند هضم و جذب حمایت می کنند. آنزیمهای هضمی در سلولهای ویژه در دهان، معده، پانکراس و روده باریک ساخته شده و به

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

---

مجرای گوارشی رها می شوند. برخی از آنزیمها در غشای لیپوپروتئینی سلولهای موکوسی وجود دارند و به محض ورود به داخل سلول، به آنها دسترسی پیدا می کنند. جدول زیر آنزیم های گوارشی و عملکرد آنها را در روده کوچک بطور خلاصه نشان می دهد.

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

### نام آنزیم‌ها و عملکرد آن‌ها در روده کوچک

توضیح و منشا	آنزیم	سوبسترا	عملکرد	محصول نهایی جذب شده
مابع معده از غدد معدی	پتالین	نشاسته	هیدرولیز جهت تشکیل دکسترین ها و الیگو ساکاریدهای شاخه دار	
	پپسین	پروتئین	هیدرولیز جهت اتصالات پپتیدی جهت تشکیل پلی پپتیدها و اسیدها	
	لیپاز معدی	چربی به ویژه چربیهای کوتاه تر (در حضور نمکهای صفراوی)	هیدرولیز جهت تشکیل اسیدهای چرب	
	لیپاز	چربی (در حضور نمکهای صفراوی)	هیدرولیز جهت تشکیل استرهای کلسترول و اسیدهای چرب در اتصال میسل‌ها	اسیدهای چرب که در سلول‌های مخاطی مجدداً به تری گلیسرید استریفیه می‌شوند.
	کلسترول استراز	کلسترول	هیدرولیز جهت تشکیل استرهای کلسترول و اسیدهای چرب در اتصال میسل‌ها	کلسترول به درون سلول‌های مخاطی و سپس شیلومیکرون منتقل می‌شود.
ترشحات اگزوکرین پانکراس	آلفا-آمیلاز	نشاسته و دکسترین	هیدرولیز جهت تشکیل دکسترین ها و مالتوز	
	تریپسین	پروتئین	هیدرولیز اتصالات پپتیدی داخلی جهت تشکیل پلی پپتیدها	
	کیموتریپسین	پروتئین ها و پپتیدها	هیدرولیز اتصالات پپتیدی داخلی جهت تجزیه پلی پپتیدها	
	کربوکی پپتیداز	پلی پپتیدها	هیدرولیز اتصالات پپتیدی انتهایی جهت تجزیه اسیدهای آمینه	اسیدهای آمینه
	اسید ریبونوکلئاز	اسید ریبونوکلئوتیک و اسید دزوکی ریبونوکلئوتیک	هیدرولیز جهت تشکیل منونوکلئوتیدها	منونوکلئوتیدها
	الاستاز	پروتئین فیبری	هیدرولیز جهت تشکیل پپتیدها و اسیدهای آمینه	
	کربوکی پپتیداز آمینوپپتیداز	پلی پپتیدها	هیدرولیز پایانه کربوکیل، پایانه آمینی و اتصالات پپتیدی	اسید آمینه

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

			دی پپتیداز
دی پپتیدها و تری پپتیدها	فعال سازی تریپسینوژن	تریپسینوژن	انتروکیناز
گلوکز و فروکتوز	هیدرولیز جهت تشکیل گلوکز و فروکتوز	ساکارز	سوکراز
گلوکز	هیدرولیز جهت تشکیل گلوکز	دکسترین	دکستریناز
	هیدرولیز جهت تشکیل گلوکز	مالتاز	مالتاز
	هیدرولیز جهت تشکیل گلوکز و گالاکتوز	گلوکز و گالاکتوز	لاکتاز

جذب مواد غذایی بجز فیبر و برخی کربوهیدرات ها بطور کلی در روده باریک کامل می شود. آب، منوساکاریدها، ویتامینها، مواد معدنی و الکل معمولاً به شکل اولیه و اصلی خود جذب می شوند ولی در بسیاری از موارد باید جدا از سایر مولکولها باشند یا قبل از جذب به حاملهای خود دست یابند. در بیشتر موارد کربوهیدراتها، چربیها و پروتئین ها قبل از جذب باید توسط آنزیمهای هضمی به اجزای تشکیل دهنده ساده خود تبدیل شوند.

### اعصاب، ناقل های عصبی (نوروترانسمیترها) و هورمونهای نوروپپتیدی مکانیسم های عصبی

حرکات دستگاه گوارش شامل انقباض، مخلوط کردن و پیش راندن محتویات مجرا است که در نتیجه فعالیت هماهنگ اعصاب داخلی روده، اعصاب خارجی سلولهای درون ریز و عضلات صاف صورت می گیرد. مکانیسم های عصبی عبارتند از: 1) سیستم داخلی: شامل دو لایه عصبی که در دیواره قرار دارند 2) سیستم خارجی: شامل فیبرهای عصبی که از سیستم عصبی مرکزی و سیستم عصبی خودکار منشاء می گیرند. گیرنده های موکوسی در دیواره روده به ترکیب کیموس (ماده نیمه مایع حاوی اسید، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه) و اتساع روده (مانند حالت نفخ) حساس هستند و پیامها را از طریق اعصاب زیر مخاطی و مزاتریک می فرستند. نوروترانسمیترها و نوروپپتیدهای با وزن مولکولی کم به اعصاب پیام می دهند که عضلات را منقبض یا شل کنند، ترشح مایعات را افزایش یا کاهش دهند یا جریان خون را تغییر دهند. سپس دستگاه گوارش به میزان زیادی ترشحات خود را در مقادیر کم به داخل روده می ریزد. مقدار غذایی که در هر انقباض از آنتروم و پیلور معده به روده تخلیه می شود بسته به نوع و حجم غذای مصرفی متغیر می باشد ولی در هر لحظه فقط چند میلی لیتر تخلیه می شود. قسمت عمده غذاهای مایع طی 1 تا 2 ساعت و غذاهای جامد طی 2 تا 3 ساعت از معده تخلیه شوند زمانیکه کربوهیدرات به تنهایی خورده می شود به سرعت معده را ترک می کند و به دنبال آن پروتئین، چربی و غذاهای فیبری خارج می شوند. در غذاهای مخلوط، تخلیه معده بستگی به حجم کلی و ویژگیهای مواد غذایی دارد.

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

مایعات سریعتر از غذاهای جامد و ذرات درشت کندتر از ذرات کوچک و مواد غذایی تغلیظ شده کندتر از غذاهای کم کالری از معده تخلیه می شوند. این موارد برای پزشکانی که بیماران دچار تهوع، استفراغ، فلج معده دیابتی یا انسداد نسبی را مشاوره می کنند و پزشکانی که بیماران را بعد از عمل جراحی دستگاه گوارش و یا افراد دچار سوء تغذیه را کنترل می کنند، نکات مهمی هستند.

اسفنکتر تحتانی مری در قسمت بالای ورودی معده از بازگشت محتویات معده به داخل مری جلوگیری می کند.

اسفنکتر پیلوری در قسمت انتهایی معده به تنظیم خروج محتویات معده کمک می کند و از بازگشت کیموس از دوازدهه به معده جلوگیری می کند. تغییرات هیجانی، ماده غذایی و تنظیم کننده های دستگاه گوارش می توانند فعالیت این اسفنکترها را تحت تاثیر قرار دهند. تحریکات حاصل از زخم های مجاور نیز ممکن است عملکرد این دریچه ها را تغییر دهند. مواد غذایی و نوشیدنیهای خاص ممکن است فشار اسفنکتر تحتانی مری را تغییر داده و موجب برگشت محتویات معده به درون مری شوند. از طرف دیگر وجود غذا در روده و هورمونهای تنظیمی باز خورد لازم را برای کند کردن تخلیه معده فراهم می کنند.

نورون های سمپاتیک در مواردی مانند ترس، خشم و استرس فعال شده و تمایل به کاهش ترانزیت دستگاه گوارش، از طریق مهار نورون های تحریک کننده انقباض عضلانی و مهار ترشح دارند.

### مثال هایی از نوروترانسمیترها و اعمال آنها:

اثر	محل رها سازی	نوروترانسمیتر
شل کردن اسفنکتر تحتانی مری	سیستم عصبی مرکزی	اسید گاما آمینوبوتیریک
کاهش حرکت، افزایش انقباض اسفنکتر ها، مهار ترشحات	سیستم عصبی مرکزی - طناب نخاعی و اعصاب سمپاتیک	نور اپی نفرین
افزایش حرکت، شل کردن اسفنکتر، افزایش ترشحات	سیستم عصبی مرکزی، سیستم خودمختار و سایر بافتها	استیل کولین
مهار تخلیه معده و ترشحات اسیدی	مجرای گوارشی و سیستم عصبی مرکزی	نور اتانسنین
تسهیل ترشحات و حرکات معده	مجرای گوارشی و طناب نخاعی	سروتونین
تنظیم جریان خون، حفظ کشیدگی، حفظ فعالیت معدی	سیستم عصبی مرکزی، مجرای گوارشی	اکسید نیتریک
افزایش آگاهی حسی و حرکات دودی	روده، سیستم عصبی مرکزی، پوست	ماده P

موتیلین هورمونی است که در پاسخ به حضور صفرا و ترشحات پانکراس و دئودنوم، از بخش فوقانی روده کوچک ترشح شده و اثرات زیر را دارد.



1- افزایش سرعت تخلیه معده

2- تحریک حرکات معده

3- تحریک انقباض عضله صاف معده

اریترومايسين آنتی بیوتیکی است که به گیرنده های موتیلین متصل می شود. بنابراین آنالوگهای اریترومايسين و موتیلین به عنوان عوامل درمانی جهت درمان تخلیه کند معده به کار می روند.

دستگاه گوارش بیش از 30 هورمون نوروپپتیدی ترشح می کند برخی این هورمونها و اثرات آن در ذیل آورده شده است.

گرلین (نوروپپتید مترشح از معده) و موتیلین (هورمون مترشح از دئودنوم) پیام گرسنگی را به مغز مخابره می کنند.

**3-36-Pyy:** از دستگاه عصبی ترشح شده و سرکوب کننده اشتهاست.

پلی پپتید شبه گلوکاگون و CCK (کوله سیستو کینین)، اکسیتو مدولین، پلی پپتید پانکراتیک و پلی پپتید رها شونده از معده همگی باعث کاهش اشتها و افزایش حس سیری می شوند.

پلی پپتیدهای انسولینی وابسته به گلوکز، هورمونهای **incertin** نیز نامیده می شوند. زیرا از طریق تسهیل ترشح انسولین و کاهش تخلیه معده و افزایش سیری به کاهش قند خون کمک می کند.

ترشحات دهانی - حلقی محتوی نوعی آنزیم لیپاز نیز می باشند که سهم ناچیزی در هضم مقدار کمی چربی بر عهده دارند.

گاسترین هورمونی است که از سلولهای G معده ترشح می شود.

هنگامی که اسیدیته لومن افزایش می یابد فیدبک ناشی از سایر هورمون ها سبب مهار آزادی رنین میشود.

سکرتین از سلولهای S روده کوچک و کوله سیستو کینین (CCK) از سلولهای I روده کوچک ترشح می شوند. سکرتین از استشمام بوی غذا و در حضور مواد غذایی هضم شده از جمله پروتئین های هضم شده، نوشیدنی های الکلی تخمیری، کافئین و عصاره های غذایی مانند آبگوشت افزایش می یابد.

کوله سیستو کینین به طور گسترده ای در مغز پراکنده شده و نقش مهمی در عملکرد مغزی ایفا می کند. CCK سبب افزایش حرکات کولون، انقباض صفرا و ترشح آنزیم ها از پانکراس شده و در مغز سبب توقف مصرف غذا می شود.

GLP و GIP هورمون هایی هستند که از روده در پاسخ به مصرف غذای غنی از قند و چربی ترشح شده و سبب سنتز و ترشح انسولین می شوند. GLP-1 سبب کاهش ترشح گلوکاگون، تاخیر در تخلیه معده و سیری نیز می شود. این دو هورمون از بالا رفتن بیش از حد قند خون بعد از مصرف وعده های غذایی جلوگیری می کنند.

هنگامی که گلوکز به صورت تغذیه روده ای داده شود مکانیسم های گفته شده سبب کاهش در افزایش قند خون می شوند. اما اگر گلوکز به صورت پارنترال داده شود چنین اتفاقی نمی افتد.

- **نکته:** دیدن و بوئیدن غذا فعالیت واگی را تحریک کرده و منجر به ترشح اسید از سلول های پاریتال (که به صورت پراکنده در دیواره معده قرار دارند) می شود.
- **نکته:** به محض بلع غذا، هورمون های  $\text{pyy-3-36}$ ، کوله سیستوکینین (CCK)، پلی پپتید شبه گلوکاکون-1 (GLP-1)، اکسینتومدولین، پلی پپتید پانکراسی و پلی پپتید رهاکننده گاسترین (بمبازین)، سیگنالهایی را جهت کاهش اشتها و افزایش سیری صادر می کنند.
- **نکته:** برخی از هورمون های GI بخصوص آن هایی که تمایل به افزایش میل سیری دارند منجر به کاهش تخلیه معدی و افزایش ترشحات می شوند (مانند سوماتواستاتین).
- **نکته:**  $\text{GIP}$  (Gastric Inhibitory polypeptide) یا پلی پپتید وابسته به گلوکز هورمونی است که درموکوس روده در پاسخ به وجود گلوکز، چربی یا پروتئین آزاد می شود و سبب مهار ترشح اسید معده و تشدید آزادسازی انسولین می شود.

#### هضم در روده کوچک

روده کوچک محل اصلی هضم مواد غذایی و مواد مغذی می باشد. روده کوچک به دئودنوم، ژژونوم و ایلئوم تقسیم می شود. طول دئودنوم تقریباً 5/ متر، ژژونوم 2 تا 3 متر و ایلئوم 3 تا 4 متر می باشد. قسمت عمده فرآیند هضم در دئودنوم و ژژونوم فوقانی کامل می شود و جذب قسمت عمده مواد مغذی، بر اساس رسیدن مواد به میانه ژژونوم در ژژونوم صورت می گیرد. کیموس اسیدی از معده وارد دئودنوم می شود و در آنجا با شیره دئودنوم و ترشحات پانکراسی و صفراوی مخلوط می شود. کیموس اسیدی در نتیجه ترشح مایع حاوی بیکربنات از پانکراس و رقیق شدن کیموس با دیگر ترشحات خنثی می شود. آنزیم های روده باریک و پانکراس بیشترین کارایی را در pH کاملاً خنثی دارند.

ورود غذاهای نسبتاً هضم شده، بطور عمده چربی و پروتئین ها سبب ترشح هورمونهایی می شوند که از طریق ترشح آنزیم ها و مایعات، به نوبه خود حرکات دستگاه گوارش و حالت سیری را تحت تاثیر قرار می دهند. صفرا که عمدتاً مخلوطی از آب، نمکهای صفراوی و مقدار کمی رنگدانه ها و کلسترول است، از کبد و کیسه صفرا ترشح می شود نمک های صفراوی به علت خاصیت کاهش کشش سطحی، هضم و جذب چربیها را تسهیل می نمایند. پانکراس آنزیم هایی ترشح می کند که قادر به هضم تمام مواد مغذی هستند و آنزیم های روده باریک به تکمیل این فرآیند کمک می کنند.

➤ **نکته:** اسیدهای صفراوی مولکول های تنظیمی هستند که رسپتور ویتامین D و مسیرهای سیگنال دهی سلولی در کبد و دستگاه گوارش را فعال نموده و بیان ژنی آنزیم های دخیل در تنظیم متابولیسم انرژی را تغییر می دهند. اخیراً مشخص شده اسیدهای صفراوی نقش مهمی در گرسنگی و سیری ایفا می کنند.

آنزیم های اصلی هضم کننده چربی که از پانکراس ترشح می شوند، شامل لیپاز و کولیپاز پانکراس می باشد. آنزیمهای پروتئولیتیک شامل تریپسین، کیموتریپسین، کربوکسی پپتیداز، آمینوپپتیداز، ریبونوکلئاز و دزوکسی ریبونوکلئاز می باشند. تریپسین و کیموتریپسین به حالت غیر فعال ترشح می شوند و توسط انتروکیناز (بعنوان انتروپپتیداز شناخته شده است) که در اثر تماس کیموس با موکوس روده ای ترشح می شود، فعال می گردند.

آمیلاز پانکراس مولکولهای بزرگ نشاسته را به تدریج به واحدهای دو تا شش قندی هیدرولیز می کند. آنزیم هایی که در دیواره مسواکی روده قرار گرفته اند مولکولهای قندی را قبل از جذب به منوساکاریدها تبدیل می کنند. مقادیر متغیری از نشاسته های مقاوم (بیشتر فیبر رژیمی دریافت شده) از فرآیند هضم در روده باریک فرار کرده و به مواد فیبری قابل دسترس برای تخمیر توسط باکتریهای کولون اضافه می شوند.

محتویات روده در طول روده باریک با سرعت 1 سانتی متر در هر دقیقه حرکت می کنند و در حدود 3 تا 8 ساعت طول می کشد تا تمام طول روده را طی کرده و به دریچه ایلئوسکال برسند در طول مسیر مواد باقیمانده همچنان هضم و جذب می شوند. دریچه ایلئوسکال مانند دریچه پیلوری مانع از برگشت به عقب مواد روده ای و سبب حرکت رو به جلو از روده باریک به کولون می شود آسیب یا اختلال دریچه ایلئوسکال باعث ورود مقادیر زیادی از مایعات و مواد به داخل کولون شده و شانس رشد بیش از حد باکتریهای روده باریک را افزایش می دهد.

## روده کوچک: محل اصلی جذب مواد غذایی

### ساختار و عملکرد

اندام اصلی جذب مواد مغذی و آب، روده کوچک است که با سطح جذبی گسترده مشخص می‌شود. سطح جذبی آن به طول و سازماندهی لایه‌های موکوسی نسبت داده می‌شود. روده کوچک با زوایدی در سطح خود به نام چین و شکن مشخص می‌شود. این چینها با برجستگی‌های انگشتی شکل که پرز نامیده می‌شوند پوشیده شده‌اند که آنها هم به نوبه خود از ریز پرزها در حاشیه مسواکی پوشیده شده‌اند. ترکیب چین‌ها، پرزها و حاشیه مسواکی روده کوچک سطح جذبی وسیعی در حدود 300 – 200 متر مربع ایجاد می‌کند. پرزها روی یک ساختار حمایت کننده بنام لامینا پروپریا قرار گرفته‌اند. در لایه پروپریا که از بافت همبند ساخته شده است عروق خونی و لنفی، محصولات هضمی را می‌گیرند. روده باریک روزانه بطور متوسط 150 تا 300 گرم کربوهیدرات، 60 تا 100 گرم اسید چرب، 60 تا 120 گرم اسید آمینه و پپتید و 50 تا 100 گرم از یونها را جذب می‌کند. توانایی جذب در افراد سالم بسیار بیشتر از مقدار نیاز طبیعی به درشت مغذی‌ها و کالری می‌باشد.

از مجموع 7 تا 8 لیتر مایع ترشح شده از قسمت فوقانی دستگاه گوارش به اضافه 1/5 تا 3 لیتر مایع حاصل از رژیم غذایی، فقط 1 تا 1/5 لیتر، قبل از رسیدن مواد به انتهای روده باریک، جذب می‌شود. در طول قسمت باقیمانده روده باریک و قبل از رسیدن به کولون یا روده بزرگ تقریباً تمام ریزمغذی‌ها، مواد معدنی، ویتامین‌ها، عناصر کم‌مقدار و مایعات جذب می‌شوند و مایعات باقیمانده نیز در کولون و رکتوم جذب می‌شود. جذب فولات با انتقال فعال و به طور عمده در روده باریک انجام می‌شود. بیشتر آهن نیز از دئودنوم و ژژونوم جذب می‌گردد. فروکتوز با استفاده از GLUT5 و با انتقال تسهیل شده از روده منتقل می‌شود.

### سوال: کدام یک در ایلئوم جذب می‌شود؟ (ارشد تغذیه 90)

الف) اسیدفولیک      ب) آهن      ج) آب      د) فروکتوز

پاسخ: گزینه ج/ البته این سوال در پاسخنامه نهایی وزارت بهداشت حذف شد.

حدود 95٪ از نمکهای صفراوی ترشح شده از کبد و کیسه صفرا در قسمت انتهایی ایلئوم به صورت اسیدهای صفراوی باز جذب می‌شوند. بدون چرخه روده‌ای - کبدی اسیدهای صفراوی در دستگاه گوارش و اسیدهای صفراوی ساخته شده در کبد به تنهایی نیازهای لازم برای هضم کافی چربی‌ها را تامین نمی‌کنند. ناکافی بودن نمک‌های صفراوی در بیمارانی که تحت عمل برداشت روده کوچک قرار گرفته‌اند یا دچار بیماریهای تاثیر گذار بر روده کوچک مانند کرون، انتریت ناشی از تابش اشعه و سیستیک فیبروزیس هستند، دارای اهمیت بالینی می‌باشد. قسمت انتهایی ایلئوم نیز محل جذب ویتامین B12 (با فاکتور داخلی) است.

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

بعد از هضم چربیها امولسیفیه شدن چربیها در روده کوچک، بطور عمده توسط لیپاز پانکراس صورت می گیرد که چربی را به اسیدهای چرب آزاد و بتا - منوگلیسیریدها تبدیل می کند. زمانیکه غلظت نمکهای صفراوی به مقدار خاصی رسید آنها با یکدیگر ترکیب شده و میسلها (مجموعه‌ای از اسیدهای چرب آزاد، منوگلیسیریدها و نمکهای صفراوی) را تشکیل می دهند که در آنها انتهای قطبی مولکولها به طرف محیط آبی روده قرار می گیرد. محصولات هضم چربی به سرعت در قسمت مرکزی میسلها حل شده و به نواحی حاشیه مسواکی منتقل می شوند.

در سطح لایه بی حرکت آبی (UWL) (صفحه نسبتاً اسیدی و آبیکی که مرز بین لومن روده و غشاهای حاشیه مسواکی را تشکیل می دهد) چربی ها از میسلها جدا شده و میسلها برای انتقال بیشتر سایر چربی ها به درون لومن برمی گردند. بنابراین منوگلیسیریدها و اسیدهای چرب رها می شوند تا مسیر خود را از خلال لایه UWL چربی دوست طی کنند و به غشاهای با خاصیت چربی دوستی بیشتر در سلولهای حاشیه مسواکی برسند. هنگامی که چربی ها به غشاء رسیدند به سرعت برای فرآوری و ورود به سیستم انتقال، برداشت می شوند.

جذب کلسترول ممکن است از طریق انتقال غیرفعال یا تسهیل شده بوسیله سیستم انتقال پروتئین ویژه برای کلسترول و نه برای سایر استرولها صورت گیرد.

### مکانیسم های جذب

جذب، روندی بسیار پیچیده است که از ترکیب روند پیچیده تر انتقال فعال و روند نسبتاً ساده انتشار غیر فعال تشکیل شده است و از این طریق مواد بوسیله سلولهای مخاطی روده وارد گردش خون می شوند و سپس از طریق سیستم وریدی به طرف کبد و یا گردش لنفی حرکت می کنند. انتشار عبارتست از حرکت تصادفی مواد از طریق منافذ موجود در غشاهای دیواره سلولهای مخاطی با استفاده از پروتئینهای کانالی (انتشار ساده) یا پروتئین های حامل (انتشار تسهیل شده). انتقال فعال شامل مصرف انرژی و وجود پروتئین ناقل برای حرکت یونها یا سایر مواد و عبور از غشا در خلاف جهت گرادیان غلظت می باشد. برخی از مواد مغذی از ناقلین یکسان استفاده می کنند که باعث ایجاد رقابت در جذب آنها می شود. همچنین ممکن است سیستم های ناقل، اشباع شده و سرعت جذب مواد مغذی کاهش یابد. مثال قابل توجه از این نوع ناقل ها، فاکتور داخلی است که مسئول جذب ویتامین B12 می باشد.

برخی از مولکولها با استفاده از پمپهایی که نیاز به حامل و انرژی حاصل از ATP دارند از لومن روده به درون سلولهای مخاطی منتقل می شوند. جذب گلوکز، سدیم، گالاکتوز، پتاسیم، منیزیم، فسفات، ید، کلسیم، آهن و اسیدهای آمینه به این روش می باشد.

پینوسیتوز به صورت "درون کشیدن" یا بلعیدن قطرات کوچک به وسیله غشای سلولی اپی تلیال تعریف می شود. پینوسیتوز باعث می شود تا ذرات بزرگ مانند پروتئینهای کامل به مقدار کمی جذب شوند. واکنشهای آلرژیک که در اثر حرکت پروتئینهای بیگانه از

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

دستگاه گوارش به درون جریان خون ایجاد می شود، ممکن است از طریق پینوسیتوز باشد. ایمونوگلوبولین های شیر مادر نیز احتمالاً از طریق پینوسیتور جذب می شوند.

### روده بزرگ

روده بزرگ محل جذب باقیمانده آب، نمک، تخمیر باکتریایی، سنتز مقدار کمی ویتامین، ذخیره و دفع می باشد. روده بزرگ به طول تقریبی 1/5 متر می باشد و از سکوم، کولون و راست روده تشکیل شده است. موکوس ترشح شده توسط روده بزرگ دیواره روده را از خراشیدگی و فعالیت باکتریایی محافظت می کند و محیطی جهت چسبیدن مدفوع به هم فراهم می کند. یونهای بیکربنات ترشح شده با یونهای کلراید جذب شده جایگزین می شوند که این عمل به خنثی سازی اسیدیته محصولات تولید شده از باکتریها کمک می کند.

قسمت عمده آب در 500 تا 1000 میلی لیتر از کیموس وارد شده به کولون در هر روز جذب می شود و حدود 50 تا 200 میلی لیتر برای دفع مدفوع باقی می ماند. محتویات کولونی به آرامی، با سرعت 5 سانتی متر در ساعت به جلو حرکت می کنند در نتیجه بسیاری از مواد مغذی باقی مانده می توانند طی آن جذب شوند.

دفع و تخلیه مدفوع از راست روده در دفعات متغیر از 3 بار در روز تا یک بار در سه روز صورت می گیرد. وزن متوسط مدفوع در محدوده 100 تا 200 گرم است و زمان انتقال از دهان تا مقعد 18 تا 72 ساعت است. مدفوع از 75 درصد آب و 25 درصد مواد جامد تشکیل شده است و این نسبت به مقدار زیادی متغیر است. حدود دو سوم وزن مرطوب مدفوع را باکتریها، همراه با باقیمانده های حاصل از ترشحات دستگاه گوارش، موکوس، سلولهای مرده و مواد غذایی هضم نشده تشکیل می دهند. رژیم می که حاوی مقادیر زیاد میوه، سبزی و دانه های کامل است منجر به کوتاه تر شدن زمان انتقال گوارشی، دفع مکرر و مدفوع بزرگ و نرم تر می شود.

### فعالیت باکتریایی

میکروفلور روده ای از اجتماع پیچیده ای حاوی 400 نوع میکروارگانیسم تشکیل شده است. در هنگام تولد دستگاه گوارش استریل می باشد ولی به زودی تجمع باکتریهای مختلف رخ می دهد. لاکتوباسیل ها جزء اصلی فلور دستگاه گوارش تا قبل از شروع مصرف غذاهای جامد توسط شیرخوار می باشند که بعد از آن اشریشیاکلی در قسمت انتهایی ایلئوم غالب می شود. فلورهای اصلی کولون بی هوازی هستند که گونه های رده باکتریوئیدها بیشترین فراوانی را در بین آنها دارا می باشند.

لاکتوباسیل ها در مدفوع اغلب افرادی که رژیم غذایی مخلوط معمول مصرف می کنند، وجود دارد ولی دریافت رژیمی، تفاوت در ژنوم میزبان، سلامتی، تاریخچه جراحی و دارویی ممکن است نوع فلور دستگاه گوارش را تحت تاثیر قرار دهند.

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

به طور طبیعی در اثر فعالیت اسید کلریدریک، پپسین و صفرا بعنوان عوامل میکروب کش، بعد از غذا باکتریهای کمتری در روده و معده باقی می ماند. بهر حال کاهش ترشحات معده ممکن است امکان بقای میکروب ها را افزایش دهد. کاهش ترشحات معده می تواند خطر التهاب موکوس معده (گاستریت)، خطر رشد بیش از حد باکتریایی را در روده کوچک افزایش داده و یا تعداد میکروبهایی را که به کولون می رسند افزایش دهد.

هیلکوباکتر پیلوری یک باکتری مقاوم به اسید است که باعث عفونت معده می شود و ممکن است باعث التهاب معده و زخم در میزبان شود.

فعالیت باکتریایی در روده بزرگ بسیار زیاد است. بعد از یک وعده غذایی، فیبرژیمی، نشاسته های مقاوم، ذرات باقیمانده اسیدهای آمینه و موکوس جدا شده از روده در کولون تخمیر می شوند. باکتریهای کولونی در تولید گازها (هیدروژن، دی اکسید کربن، نیتروژن و در برخی از افراد متان) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (استیک، پروپیونیک، بوتیریک و به مقدار کمی لاکتیک اسید) شرکت دارند. باکتریهای کولونی به هضم برخی از مواد که نسبت به فعالیت های هضم قبلی مقاوم بودند ادامه می دهند. طی این فرآیند مواد مغذی مختلف از طریق سنتز باکتریایی تشکیل می شوند. این مواد مغذی به درجات مختلف توسط سلولهای مخاطی دستگاه گوارش مورد استفاده قرار می گیرند. ولی مشارکت کمی در تامین نیازهای مواد مغذی میزبان دارند. مثالهایی از این مواد مغذی تولید شده شامل ویتامین K، ویتامین B12، تیامین و ریوفلاوین می باشد.

پرهیوتیکها شامل کربوهیدراتها و الیگوساکاریدهای ویژه (فروکتوالیگوساکاریدها و اینولین) در سبزیها، حبوبات، لوبیاه و احتمالاً نشاسته مقاوم، فیبرهای محلول رژیمی و قندهای جذب نشده می باشند.

**سوال: ماده غذایی یا مکمل که برای تغییر یا متعادل ساختن باکتری روده ای استفاده می شود؟ (دکتری تغذیه 86)**

الف- پرهیوتیک      ب- پروبیوتیک      ج- گزنوبیوتیک      د- آنتی بیوتیک

پاسخ: گزینه الف /

مصرف زیاد مواد پرهیوتیک ممکن است منجر به افزایش اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) و توده میکروبی بویژه بیفیدوباکترها و گونه لاکتوباسیلوس شود که مفید هستند.

➤ **نکته:** کاسنی، آرتیشوی اورشلیمی، سویا و سبوس گندم بهترین منابع رژیمی پرهیوتیک هستند.

یک رژیم غذایی کم فیبر که عمدتاً بر پایه گوشت، چربی و کربوهیدراتهای با قابلیت هضم بالاست باعث افزایش نسبت باکتریهای مضر مانند سودوموناس، کلستریدیا، اشیشیاکلی و پروتئوس می شود. غذاهای پرهیوتیکها که حاوی مقادیر قابل توجهی باکتریهای

## مرکز تخصصی خدمات آموزشی گروه پزشکی فرهنگ گستر نخبگان

زنده مفید هستند در برابر میکروبهای بیماری‌زا و بیماری، حفاظت‌کننده می‌باشند. اخیراً مطالعه درباره نقش آنها در پیشگیری و درمان اختلالات سیستمیک و دستگاه گوارش در حال افزایش است.

**سوال:** مصرف زیاد فیبر سبب افزایش کدام باکتری در روده می‌شود؟ (ارشد تغذیه 83)

الف - اشریشیا کلی

ب - پروتئوس

ج - لاکتوباسیلوس

د - کلستریدیوم

پاسخ: گزینه ج /

**سوال:** رژیم غذایی حاوی گوشت، چربی و کربوهیدرات قابل هضم سبب افزایش کلیه باکتری‌ها می‌شوند به

**جز:** (دکتری تغذیه 83)

الف - کلستریدیوم

ب - پروتئوس

ج - اشریشیا

د - لاکتوباسیلوس

پاسخ: گزینه د /

فعالیت باکتریایی ممکن است سبب تولید مواد بالقوه سمی از قبیل آمونیاک، ایندول‌ها، آمین‌ها و ترکیبات فنولیک مانند ایندول استات، تیرامین، هیستامین و کروزول شود. برخی از گازها و اسیدهای آلی در ایجاد بوی مدفوع شرکت دارند.

**نکته مهم:** داوطلبین محترم توجه فرمایید که با تهیه این جزوات دیگر نیاز به خرید هیچ گونه کتاب مرجع دیگری نخواهید داشت. برای اطلاع از نحوه دریافت جزوات کامل با شماره‌های زیر تماس حاصل فرمایید.

021/66902061 - 66902038

013/33338002 (رشت)

013/42342543 (لاهیجان)