
بسم الله الرحمن الرحیم

دعای مطالعه

اَللهُمَ اَخرِجنی مِن ظُلُماتِ الوَهمِ وَاَکرِمنی بِنُورِ الفَهمِ

اَللهُمَ افتِح عَلَینا اَبوابَ رَحمَتِکَ وَ انشُر عَلَینا خَزائِنِ عُلُومِکَ

بِرَحمَتِکَ یا اَرحَمَ الرّاحِمینَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی‌های وهم و گرامی بدار به نور فهم

پروردگارا، بگشای بر ما درهای رحمتت را و بگستران گنج‌های دانشت را به امید رحمت

تو ای مهربان‌ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله‌ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه‌ی این عمل نادرست، موجب رواج بی‌اعتمادی در جامعه و بروز پی‌آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می‌گردد.

کتاب جامع دکتر خلیلی

تغذیه اساسی و رژیم‌درمانی

ویژه‌ی مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی (Ph.D)

رشته علوم تغذیه و رژیم‌درمانی

مؤلفین:

سید مصطفی جلالی

عطیه‌السادات حسینی– ریحانه ملاحسینی– محمدمهدی حاجی‌نسب

☑ کتاب جامع دکتر خلیلی ☐ ☐ IQB ☐ الگوریتم میانبر ☐ IQB

عنوان و نام پدیدآور	: تغذیه و رژیم‌درمانی: ویژه‌ی مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی و رشته علوم تغذیـه و رژیم‌درمانی/ مولفین سید مصطفی جلالی ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: گروه تالیفی دکتر خلیلی، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ۷۶۹ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-422-763-6
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: مولفین سید مصطفی جلالی، عطیه‌السادات حسینی، ریحانه ملاحسینی، محمدمهدی حاجی‌نسب
موضوع	: تغذیه -- رژیم‌درمانی -- رژیم غذایی Nutrition -- Diet therapy -- Diet
شناسه افزوده	: جلالی، سید مصطفی، ۱۳۷۰-
رده‌بندی کنگره	: RA۷۸۴
رده‌بندی دیویی	: ۶۱۳/۲
شماره کتابشناسی	: ۹۱۳۴۶۶۵

نام کتاب: تغذیه اساسی و رژیم‌درمانی

مؤلفین: سید مصطفی جلالی- عطیه‌السادات حسینی- ریحانه ملاحسینی- محمدمهدی حاجی نسب

ناشر: گروه تألیفی دکتر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول . ۱۴۰۲

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: شباب

مدیر تولید: اقبال شرقی

ناظر فنی چاپ: فرهاد فراهانی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

تایپ و صفحه‌آرایی: الهام عربی- بیتا اندوزفر

بهاء: ۵۴۵۰۰۰ تومان

آموزشگاه دکتر خلیلی: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

فروشگاه: تهران . خیابان انقلاب . روبه‌روی درب اصلی دانشگاه تهران . پاساژ فروزنده . طبقه همکف . پلاک ۳۳۱

تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱۶۶۴۸۹۳۴۹

مرکز پخش: ضلع جنوب‌غربی میدان انقلاب . جنب سینما پارس . مجتمع تجاری پارس . طبقه اول

مرکز فروش: ۰۲۱۶۶۵۶۹۲۱۶

مدیر فروش: ۰۹۱۲۵۵۰۸۵۸۹

www.DKG.ir **@drkhaliligroupbook**

drkhaliligroupbook **drkhaliligroup**

تقدیم به:

تقدیم به همسرم

عطیه السادات حسینی

و

دخترم رز

طلیعه سخن مؤلف:

از دست و زبان که برآید

کز عهده شکرش به در آید

کتاب پیش رو از منابع اصلی رشته علوم تغذیه و رژیم‌درمانی یعنی کتاب‌های کراوس ۲۰۲۰، کراوس ۲۰۱۲ (بخش اساسی) مادرن ۲۰۱۴ و آندرستندینگ نوتریشن ترجمه و نگارش شده است. به عبارتی می‌توان این کتاب را ۴ در ۱ نیز نامید.

این ۴ منبع معمولا در کنکورهای ارشد و دکتری علوم تغذیه از داوطلبین مورد سوال قرار می‌گیرند. منابعی که روی هم بالغ بر ۴ هزار صفحه دارند و عملا مطالعه آن‌ها برای آزمون غیرممکن است.

از این رو برآن شدیم با نگارش این کتاب مسیر را برای موفقیت بیش‌تر و مطالعه سریع‌تر دانشجویان تسهیل کنیم.

مهم‌ترین مزایای این کتاب:

- **تهیه شده از آخرین ویرایش منابع رشته علوم تغذیه و رژیم‌درمانی**
- **حجم کم‌تر نسبت به منابع ولی پوشش‌دهی بالا**
- **پوشش هر ۴ منبع تغذیه در یک کتاب**

دانشجویان کارشناسی تغذیه، داوطلبین کنکور ارشد مجموعه علوم تغذیه و دکتری علوم تغذیه مخاطبین اصلی این کتاب هستند. با این حال، مطالعه این کتاب برای داوطلبین آزمون‌های استخدامی رشته علوم تغذیه و کنکور ارشد سایر رشته‌ها که درس تغذیه در دروس امتحانی آن‌هاست نیز پیشنهاد می‌شود.

این اثر نیز مانند تمام آثار نگارش شده توسط بشر عاری از خطا نیست. قدردان خواهیم بود اگر، هم خطاها را ببخشایید و هم به ما اطلاع دهید تا کاستی‌ها را اصلاح کنیم.

در پایان بر خود می‌دانم که مراتب قدردانی خود را از اساتید محترم دکتر جعفر اکبری، استاد نیاز محمدزاده هنرور و دکتر خلیلی اعلام دارم. اساتیدی که برای بار نخست به بنده اعتماد کرده و مرا برای موفقیت بیش‌تر در حوزه آموزش راهنمایی کرده‌اند.

با احترام

سید مصطفی جلالی

Email: st.jalali57@gmail.com

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: انرژی ۹
فصل دوم: پروتئین و اسید آمینه ۲۹
فصل سوم: کربوهیدرات و فیبرها ۴۳
فصل چهارم: لیپید، استروئید و متابولیت‌ها ۶۷
فصل پنجم: مواد معدنی ۹۰
فصل ششم: ویتامین‌ها ۱۴۳
فصل هفتم: تظاهرات بالینی کمبود و مسمومیت با ویتامین‌ها و املاح ۲۰۳
فصل هشتم: افزودنی‌های غذایی، شبه ویتامین‌ها، کارتنوئیدها، پره و پروبیوتیک و آب و الکترولیت ۲۰۹
فصل نهم: تغذیه و تنظیم وزن ۲۲۱
فصل دهم: تغذیه در فعالیت‌های ورزشی ۲۴۸
فصل یازدهم: تداخل غذا و دارو ۲۷۸
فصل دوازدهم: تغذیه روده‌ای و وریدی ۳۰۲
فصل سیزدهم: تغذیه در بارداری ۳۱۷
فصل چهاردهم: شیردهی ۳۵۱
فصل پانزدهم: نوزادی ۳۶۷
فصل شانزدهم: کودکی ۳۷۹
فصل هفدهم: نوجوانی ۳۸۵
فصل هجدهم: بزرگسالی ۳۹۴
فصل نوزدهم: سالمندی ۳۹۶
فصل بیستم: ارزیابی غذا و تاریخچه غذایی ۴۰۳
فصل بیست و یکم: ارزیابی‌های وضعیت تغذیه‌ای، بیوشیمیایی و عملکردی ۴۱۲
فصل بیست و دوم: تشخیص و مداخله تغذیه‌ای ۴۳۷
فصل بیست و سوم: ژنومیکس تغذیه‌ای و التهاب ۴۴۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل بیست و چهارم: سوءتغذیه پروتئین-انرژی و گرسنگی ۴۵۴
فصل بیست و پنجم: رژیم‌درمانی در اختلالات دستگاه گوارش فوقانی ۴۶۱
فصل بیست و ششم: تغذیه‌درمانی در اختلالات دستگاه گوارش تحتانی ۴۷۲
فصل بیست و هفتم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری‌های کبد، کیسه صفرا و پانکراس ۴۹۴
فصل بیست و هشتم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری‌های کلیوی ۵۰۶
فصل بیست و نهم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری‌های قلب و عروق، پرفشاری خون و نارسایی احتقانی قلب ۵۲۹
فصل سی‌ام: تغذیه‌درمانی پزشکی برای HIV و ایدز ۵۵۶
فصل سی و یکم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری دیابت ۵۶۴
فصل سی و دوم: تغذیه‌درمانی پزشکی در کم‌خونی ۵۷۷
فصل سی و سوم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری‌های نورولوژیک (عصبی) ۵۹۲
فصل سی و چهارم: تغذیه‌درمانی پزشکی در اختلالات تکاملی مادرزادی ۶۱۲
فصل سی و پنجم: تغذیه‌درمانی پزشکی در اختلالات متابولیک ارثی ۶۱۸
فصل سی و ششم: تغذیه‌درمانی در سرطان ۶۳۶
فصل سی و هفتم: تغذیه‌درمانی در نوزادان کم وزن (نارس) ۶۵۳
فصل سی و هشتم: تغذیه در سلامت دهان و دندان ۶۶۵
فصل سی و نهم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بخش مراقبت‌های ویژه ۶۷۶
فصل چهلم: تغذیه در سلامت استخوان ۶۸۵
فصل چهل و یکم: تغذیه در آلرژی و عدم تحمل غذایی ۶۹۲
فصل چهل و دوم: تغذیه‌درمانی پزشکی برای تیروئید، آدرنال و سایر اختلالات اندوکرینی ۷۰۳
فصل چهل و سوم: تغذیه‌درمانی پزشکی در اختلالات غذا خوردن ۷۱۲
فصل چهل و چهارم: تغذیه‌درمانی در بیماری‌های روانی و شناختی ۷۲۶
فصل چهل و پنجم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری‌های دستگاه تنفسی ۷۴۴
فصل چهل و ششم: تغذیه‌درمانی پزشکی در بیماری‌های روماتوئیدی ۷۵۴

فصل اول

انرژی

نقشه ذهنی این فصل به زبان ساده

انرژی

تعریف انرژی

- اجزایی انرژی مصرفی کل
  - ۱. BEE ← عوامل موثر بر REE
    - سن
    - ترکیب بدن
    - اندازه بدن
    - آب و هوا
    - جنس
    - وضعیت هورمونی
    - دما
    - سایرعوامل ← داروها
  - ۲. TEF
    - گرمازایی اجباری
    - گرمازایی تطبیقی
  - ۳. AT
- روش‌های اندازه‌گیری انرژی
  - کالری‌متری مستقیم
  - کاری متری غیرمستقیم
  - روش‌های غیرکالریمتریک ← DLW
- برآورد نیازهای انرژی
  - میزان‌های انرژی مصرفی
    - DLW
    - معادله هرپس بندیکت
    - Mifflin st. jeor
    - Schofield

گروه تألیفی دکتر خلیلی

تعریف انرژی

انرژی به‌عنوان ظرفیت انجام کار تعریف می‌شود. بدن از انرژی کربوهیدرات‌ها، پروتئین، چربی و الکل استفاده می‌کند.

نیازهای انرژی

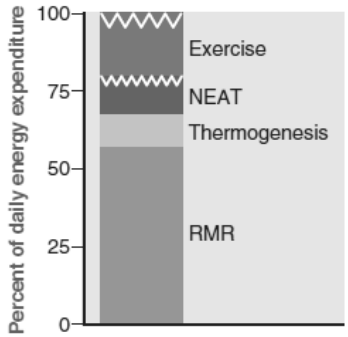
نیاز انرژی بدین صورت تعریف می‌شود: دریافت انرژی رژیمی که برای حفظ تعادل انرژی در فرد سالم با سن، جنس، وزن، قد و سطح فعالیت بدنی خاص لازم می‌باشد.

نیاز به انرژی در کودکان و زنان باردار یا شیرده به‌صورت نیاز برای نهشت بافت‌ها و تولید شیر همراه با حفظ سلامتی می‌باشد.

- در بیماران یا افراد مجروح، عامل بیماری‌زا (استرس‌زا) مصرف انرژی را افزایش یا کاهش می‌دهد.

وزن بدن شاخص مناسبی برای کفایت و یا عدم کفایت انرژی می‌باشد چرا که تغییرات دریافت انرژی حاصل از درشت مغذی‌ها می‌تواند در طول زمان منجر به تغییرات وزن گردد. اما معیار معتبری برای کفایت درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها نمی‌باشد زیرا که بدن توانایی منحصر به فردی برای استفاده از مخلوط سوخت درشت مغذی‌ها دارد تا بتواند با نیاز به انرژی سازگاری شود.

- وزن بدن تحت تاثیرترکیب بدن قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱. اجزای انرژی مصرفی کل

انرژی مصرفی کل (TEE) شامل انرژی مصرفی پایه (BEE)، اثر گرمازایی غذا (TEF) و گرمازایی فعالیت (AT) می‌باشد.

۱. مصرف انرژی پایه و استراحت BEE : Basal energy expenditure یا BMR :Basal Metabolism Rate

- به‌عنوان حداقل انرژی صرف شده که با زندگی سازگار است.
- در واقع میزان انرژی مورد استفاده در حالت استراحت جسمی (دراز کشیدن) و ذهنی در ۲۴ ساعت در محیط خنثی از نظر حرارتی است که مانع از فعال شدن فرآیندهای تولید حرارت مثل لرزیدن می‌شود.
- اندازه‌گیری مصرف انرژی پایه در ابتدای صبح قبل از این‌که شخص فعالیت بدنی انجام دهد (ترجیحا زمان بیدارشدن از خواب) و ۱۲-۱۰ ساعت پس از مصرف هرگونه غذا، نوشیدنی و نیکوتین اندازه گرفته می‌شود. این انرژی نمایانگر انرژی مورد نیاز برای حفظ فعالیت‌های متابولیک سلول‌ها و بافت‌ها و انرژی مورد نیاز برای جریان خون و تنفس در زمان بیداری می‌باشد.
- این انرژی غالبا به‌صورت ثابت، ۷۰-۶۰ درصد انرژی مصرفی کل را به خود اختصاص می‌دهد.

REE: Resting Energy Expenditure و یا RMR: Resting Metabolism Rate

- انرژی صرف شده در فعالیت‌هایی است که برای حفظ عملکرد طبیعی و هموستاز بدن لازم است.
- این فعالیت شامل تنفس و گردش خون، سنتز ترکیبات آلی، پمپ یون‌ها از میان غشای سلول‌ها، انرژی مورد نیاز سیستم عصبی مرکزی و حفظ دمای بدن می‌باشد. اندام‌های بدن در تولید حرارت شرکت دارند.

گروه تالیفی دکتر خلیلی

در حال حاضر به علت مشکلات اندازه‌گیری BMR میزان RMR انـدازه‌گیـری مـی‌شـود کـه در بـیش‌تـر مـوارد مقـدار آن ۲۰-۱۰٪ از BMR بیش‌تر است.

RMR در همان شرایط BMR اندازه‌گیری می‌شود به جز این‌که برای اندازه‌گیری آن ۴-۳ ساعت ناشتایی مورد نیاز می‌باشد و فعالیت فیزیکی قبل از آزمایش و این‌که چه ساعتی از روز باشد کنترل نمی‌شود.

در گذشته BMR بر مبنای سطح بدن تعدیل و نرمال می‌گردد ولی امروزه این عمل براساس وزن بدن و یا توده بدون چربی بدن انجام می‌شود. واژه‌های REE، RMR، BEE و BMR گاها به‌جای یکدیگر کاربرد دارند.

نکته: SMR (Sleeping Metabolic Rate) میزان متابولیسم در حالت خواب می‌باشد و ۱۰-۵٪ کم‌تر از BMR است.

جمع بندی : RMR > BMR > SMR

عوامل موثر بر REE

عوامل مختلفی بر REE تاثیر می‌گذارد که از شخصی به شخص دیگر متفاوت است. جثه وترکیب بدن بیش‌ترین تاثیر را دارند.

الف) سن

REE به مقدار بسیار زیادی تحت تاثیر توده بدون چربی (LBM) می‌باشد. با افزایش سن REE کاهش می‌یابد.

مصرف انرژی در حال استراحت در دوران رشد سریع نظیر سال اول و دوم زندگی در بـالاترین حـد خـود قـرار دارد. انـرژی اضافی مورد نیاز برای سنتز و ذخیره هر گرم بافت حدود ۵ کیلو کالری می‌باشد. کودکان در حال رشـد ۱۵-۱۲ درصـد انـرژی غذا را به‌صورت بافت جدید ذخیره می‌کنند. با بزرگ شدن کودک نیاز به انرژی برای رشد به ۱ درصـد کـل انـرژی مـورد نیـاز کاهش می‌یابد. بعد از سال‌های اولیه بزرگسالی به ازای هر دهـه ۲-۱ درصـد بـه ازای هـر کیلـوگرم بافـت بـدون چربـی از میـزان متابولیکی استراحت کاسته می‌شود. ورزش به‌ویژه منجر به حفظ توده عضلانی بدن (LBM) و در نتیجه REE بالاتر خواهـد شـد. کاهش REE همراه با افزایش سن، ممکن است تا حدودی مربوط به تغییرات وابسته به سن در اندازه نسبی اجزای LBM باشد.

ب) ترکیب بدن

بافت بدون چربی بدن (FFM) یا توده لخم بدن (LBM) پیش‌بینی‌کننده اصلی مصرف انرژی استراحت و تعیین‌کننده اصلی آن است زیرا بخش فعال متابولیکی بدن است.

تقریبا ۸۰ درصد تفاوت‌های مصرف انرژی استراحت (REE) در بین افراد به‌دلیل تفاوت در این بافت (FFM) است.

در ورزشکاران به‌دلیل توده عضلانی بیش‌تر میزان انرژی متابولیک استراحت ۵٪ بیش از افراد غیر ورزشکار می‌باشد.

ارگان‌هایی سازنده بدن نیز در تولید حرارت موثر هستند. تقریبا ۶۰٪ از REE مربوط به ارگان‌هایی دارای سرعت متابولیـک بالا (HMROs: High Metabolic Rate Organs) است. این ارگان‌های شامل کبد، مغز، قلب، طحال و کلیه‌ها هستند.

ج) جثه بدن (اندازه بدن)

میزان متابولیکی پایه در افرادی که جثه بدنی بزرگ‌تری دارند، بیش‌تر است ولی در افراد لاغر و قد بلند بـیش‌تـر از کسـانی است که قد کوتاه‌تر و بدنی پهن دارند. برای مثال اگر دو نفر وزن یکسان داشته باشند، اما یکی از آن‌ها قد بلنـدتر باشـد، فـرد بلندتر سطح بدنی بیش‌تر و میزان متابولیکی بالاتری خواهد داشت. مقدار توده عضلانی بدن با جثـه بـدن همبسـتگی زیـادی دارد. برای مثال، کودکان چاق نسبت به کودکان غیر چاق، میزان متابولیکی استراحت بالاتری دارند.

د) آب و هوا

میزان متابولیسم استراحت در کسانی که در آب و هوای گرمسیری زندگی می‌کنند ۲۰-۵٪ (۱۰-۸٪) بالاتر از افرادی اسـت که در مناطق معتدل زندگی می‌کنند.

- ورزش کردن در دمای بـالاتر از ۸۶ درجـه فارنهایـت بـه‌دلیـل افـزایش فعالیـت غـدد عـرق بـار متـابولیکی را تـا حـدود ۵ درصد افزایش می‌دهد.

- میزان افزایش متابولیسم انرژی در محیط‌های بسیار سرد به عایق چربی بدن و لباس فرد بستگی دارد. گرمازایی ناشی از سرما و گرما یعنی در دمای پایین ۲۲-۲۰ و دمای بالای ۳۰-۲۸ در مقایسه با دمای طبیعی ۲۷-۲۴ درجه سانتی‌گراد میزان متابولیسم ۲ تا ۵ درصد افزایش می‌یابد. از آن‌جا که افراد لباس خود را با دمای محیط تنظیم می‌کنند به همین جهت انرژی مصرفی ناشی از تنظیم دما بسیار اندک است.

ر) جنس

تفاوت در جنس به‌ترکیب و جثه بدن مربوط است. در زنان که نسبت چربی به عضله بیش‌تری دارند میزان متابولیکی ۱۰-۵٪ کم‌تر از مردان با همان قد و وزن می‌باشد. با افزایش سن تفاوت‌ها در زنان و مردان کم‌تر خواهد شد.

ز) وضعیت هورمونی

- تاثیر اختلالات غدد درون ریز مانند پرکاری و کم‌کاری تیروئید که به‌ترتیب منجر به افزایش و کاهش متابولیسم می‌شود.
- تحریک سیستم عصبی وترشح اپی نفرین در هیجانات و استرس به‌طور مستقیم گلیکوژنولیز و فعالیت سلولی را افزایش می‌دهد.
- گرلین و پپتیدYY دو هورمون دستگاه گوارش هستند که در تنظیم اشتها و هموستاز انرژی نقش دارند.
- در طول سیکل ماهانه زنان میزان متابولیک پایه تغییر می‌کند. در فاصله بین تخمک‌گذاری تا شروع قاعدگی (فاز لوتئال) میزان متابولیک پایه افزایش می‌یابد. در فاز پیش از تخمک‌گذاری (فولیکولار) میزان متابولیک ۱۵-۶ درصد کم‌تر از فاز پیش از شروع قاعدگی (لوتئال) است.
- در طی بارداری رشد رحم، جفت و بافت‌های جنینی به‌همراه افزایش کار قلبی مادر، منجر به افزایش تدریجی میزان انرژی مصرفی پایه می‌شود.

ژ) دما

به‌صورت کلی تب میزان متابولیکی را حدود ۷ درصد به ازای هر درجه افزایش دمای بدن (بالاتر از ۹۸/۶ درجه فارنهایت) افزایش می‌دهد و به عبارت دیگر هر درجه افزایش دما بالاتر از ۳۷ درجه سانتی‌گراد میزان متابولیسم را ۱۳٪ افزایش می‌دهد.

ی) سایر عوامل:

کافئین، الکل و نیکوتین موجب تحریک متابولیسم می‌شوند.

کافئین: مصرف ۳۵۰-۲۰۰ میلی‌گرم کافئین در مردان و ۲۴۰ میلی‌گرم کافئین در زنان به‌ترتیب باعث افزایش میزان میانگین متابولیکی استراحت به میزان ۱۱ و ۱۵-۸ درصدی می‌شود.

نیکوتین: مصرف نیکوتین میانگین متابولیسم پایه را در مردان ۴-۳ درصد و در زنان ۶ درصد افزایش می‌دهد.

الکل: میانگین متابولیسم پایه را در زنان ۹ درصد افزایش می‌دهد.

- در شرایط استرس و بیماری میزان مصرف انرژی می‌تواند براساس وضعیت بالینی افزایش یا کاهش داشته باشد.
- میزان مصرف انرژی در افراد چاق می‌تواند بالاتر باشد ولی در طول رژیم‌های کاهش وزن طولانی‌مدت و گرسنگی و یا در افراد مبتلا به بی‌اشتهایی عصبی کاهش یابد.

داروها (خیلی مهم)

الف) آمفتامین، افدرین و برخی از داروهای ضد افسردگی با تحریک سیستم سمپاتیک باعث افزایش متابولیسم پایه می‌شوند.

ب) داروهای پروپرانول، رزرپین و بتانیدین متابولیسم را سرکوب می‌کنند.

نژاد: نژاد آفریقایی- آمریکایی به‌دلیل سهم بالای ارگان‌های بی‌نظیر استخوان و عضلات اسکلتی کم‌تر فعال که فعالیت متابولیکی پایین‌تری دارند میزان ۱۰-۵٪ کاهش در BMR در مقایسه با سفیدپوستان نشان می‌دهد.

۲. اثر گرمازایی غذا (TEF) Thermic Effect of Food:

به افزایش مصرف انرژی ناشی از مصرف غذا، هضم و جذب آن گفته می‌شود. به‌طورکلی ۱۰٪ کل انرژی مصرفی را شامل می‌شود. به اثر گرمازایی غذا گرمازایی القا شده از غذا (DIT)، عمل دینامیکی ویژه (SDA) و اثر ویژه غذا (SEF) نیز گفته می‌شود.

گروه تالیفی دکتر خلیلی

اثر گرمازایی غذا دو قسمت دارد؛

الف) گرمازایی اجباری (Obligatory Thermogenesis): انرژی مورد نیاز برای هضم، جذب و فرآوری و سنتز و ذخیره (متابولیسم) درشت مغذی‌ها است. گرمازایی اجباری می‌تواند تحت تاثیر ورزش، الگوی غذایی متداول و حجم غذا تقویت شود.

ب) گرمازایی تطبیقی (اختیاری) (Facultative or Adoptive Thermogenesis): انرژی مصرفی مازاد بر گرمازایی اجباری است که به نظر می‌رسد به عدم کارایی متابولیک سیستم مربوط باشد که با فعالیت سیستم سمپاتیک تحریک می‌شود. بافت چربی قهوه‌ای (BAT) به‌دلیل دارا بودن Uncoupling Protein (UCP-1) در غشای داخلی میتوکندری نقش مهمی در گرمازایی تطبیقی دارد. این پروتئین‌ها در آدیپوسیت‌های قهوه‌ای منجر به از بین رفتن شیب پروتونی مورد نیاز برای سنتز ATP در میتوکندری می‌شود. فعالیت BAT شدیدا در مواجهه با سرما القا شده و با سیستم عصبی سمپاتیک تحریک می‌گردد. وجود UCP-۱ منحصر به بافت قهوه‌ای در در نمونه‌های بافت چربی گردن ۳۵ بیمار وجود BAT را تایید می‌کند. ذخایر چربی قهوه‌ای انسان در نواحی بالای‌ترقوه ای، گردن و اطراف ستون مهره، پاراورتبرال، مدیاستینال، بالای آئورت و فوق کلیه وجود دارد.

عوامل موثر در اثر گرمازایی غذا

۱) اثر گرمازایی غذا براساس‌ترکیب رژیم غذایی تغییر می‌کند و پس از مصرف پروتئین نسبت به چربی بیش‌تر است. چربی با کارایی بیش‌تری متابولیزه می‌شود و فقط ۴ درصد اتلاف دارد درحالی‌که تبدیل کربوهیدرات به چربی برای ذخیره شدن ۲۵ درصد می‌باشد. در صورت تقسیم انرژی مازاد مصرفی نسبت به BMR به محتوای انرژی غذاها (یا به بیان ساده TEF) برای کربوهیدرات ۱۰-۵٪، چربی ۵-۰٪، پروتئین ۳۰-۲۰٪ و برای رژیم غذایی مخلوط تقریبا ۱۰٪ خواهد بود.

۲) میزان TEF به حجم و محتویات درشت مغذی‌های موجود در غذا بستگی دارد و در طی ۳۰ الی ۹۰ دقیقه پس از صرف غذا کاهش می‌یابد. در عین حال سرعت اکسیداسیون درشت مغذی‌ها در افراد چاق و لاغر تفاوت چندانی با هم ندارد.

۳) غذاهای ادویه دار هم میزان گرمازایی غذا را افزایش می‌دهد و هم آن را طولانی‌تر می‌کنند. غذاهای حاوی فلفل قرمز و خردل میزان متابولیکی را تا ۳۳٪ بیش‌تر از غذاهای بدون ادویه افزایش می‌دهند و این اثر ممکن است تا بیش از ۳ ساعت طول بکشد.

۴) کافئین، کاپسایسین (ماده فعال موجود در فلفل چیلی)، چای سبز، سفید و الانگ می‌توانند میزان مصرف انرژی و اکسیداسیون چربی‌ها را افزایش دهند و گرسنگی را نیز سرکوب کنند.

اندازه‌گیری دقیق TEF بیش‌تر در مقاصد تحقیقاتی کاربرد دارد و شامل افزایش انرژی مصرفی علاوه برمیزان متابولیکی پایه در فواصل ۳۰ دقیقه‌ای در طول ۵ ساعت پس از صرف غذا است. به‌صورت عملی اثر گرمازایی غذا به میزان ۱۰٪ انرژی متابولیسم پایه در نظر گرفته می‌شود و برای محاسبه کل انرژی به مجموع میزان انرژی متابولیسم پایه و انرژی مصرفی در فعالیت افزوده می‌شود.

در تغذیه‌ای روده‌ای (EN یا انترال یا لوله‌ای)، مانند تغذیه وریدی (PN یا پارنترال) اثر گرمازایی بر انرژی مصرفی اعمال می‌شود.

۳. گرمازایی فعالیت (AT: Activity Thermogenesis)

این بخش از انرژی شامل دو قسمت بوده:

۱. انرژی مصرفی در ورزش شامل انرژی مورد نیاز برای ورزش، تناسب اندام و تمرینات بوده و به آن گرمازایی فعالیت (AT) می‌گویند.

۲. انرژی مصرف شده در طی فعالیت‌های روزمره غیر ورزشی را NEAT (None Exercise Activity Thermogenesis) می‌گویند.

- این بخش از انرژی متغیرترین جزء کل انرژی مصرفی (TEE) بوده و از ۱۰۰ کیلو کالری در روز در افراد غیرفعال تا ۳۰۰۰ کیلوکالری در روز در افراد بسیار فعال متفاوت است.

گروه تألیفی دکتر خیاطی

(NEAT) None Exercise Activity Thermogenesis در اصل انرژی مصرفی برای کار روزانه و انرژی صرف شده در طی فعالیت اوقات فراغت نظیر خریدکردن، جنب و جوش و حتی آدامس جویدن می‌باشد که می‌تواند سبب تفاوت‌های زیادی در انرژی مصرفی افراد شود.

عوامل موثر بر گرمازایی فعالیت

۱) گرمازایی فعالیت به مقدار زیادی به جثه و عادات حرکتی فرد بستگی دارد.
۲) تناسب اندام فرد نیز به‌علت تاثیری که بر توده ماهیچه‌ای دارد بر انرژی مصرفی در فعالیت اختیاری تاثیر می‌گذارد.
۳) افزایش سن به‌علت کاهش توده بدون چربی و افزایش توده چربی منجر به کاهش گرمازایی فعالیت می‌گردد.
۴) در مردان گرمازایی فعالیت به‌دلیل عضلات اسکلتی بیش‌تر آنان در مقایسه با زنان بیش‌تر است.

EPEOC (Excess Post Exercises Oxygen Consumption):

مصرف اکسیژن اضافی پس از ورزش است که بر مصرف انرژی اثر می‌گذارد و انجام عملیات ورزشی مصرف اکسیژن پس از ورزش را افزایش می‌دهد و منجر به بالا ماندن میزان متابولیسم پس از اتمام ورزش می‌شود. در مردانی که فعالیت متوسط و زیاد دارند، ۱۴-۸ درصد به‌ترتیب میزان متابولیسم آن‌ها افزایش نشان می‌دهد که این امر به‌علت توده بدون چربی آن‌ها بوده و از تفاوت‌های فردی ناشی می‌شود نه نوع فعالیت.

اندازه‌گیری انرژی و مصرف انرژی

روش‌های اندازه‌گیری EE شامل کالریمتری مستقیم، کالریمتری غیرمستقیم و روش‌های غیر کالریمتریک می‌باشد.

الف) کالریمتری مستقیم

اندازه‌گیری گرمای آزاد شده از بدن در طول یک دوره زمانی مشخص است. این روش هیچ اطلاعاتی در مورد نوع سوخت اکسید شده نمی‌دهد.

این روش نیازمند ابزار بسیار اختصاصی و گران قیمت می‌باشد. محدودیت‌های این روش عبارتست از: ۱. عدم مشخص کردن نوع سوخت ۲. شرایط محبوس کنندگی اتاق بنابراین شرایط مشابه زندگی روزمره نمی‌باشد. ۳. میزان فعالیت محدود در داخل محفظه ۴. گران بودن و این‌که ۵. این روش نیاز به مهندسی پیچیده‌ای دارد که تسهیلات آن به ندرت در تمام دنیا یافت می‌شود.

ب) کالری‌متری غیرمستقیم:

روشی رایج‌تر برای اندازه‌گیری میزان مصرف اکسیژن می‌باشد. در این روش انرژی مصرفی از طریق اندازه‌گیری اکسیژن مصرف شده (VCo_2) و دی‌اکسیدکربن تولید شده (VCo_2) و محاسبه ضریب تنفسی محاسبه می‌گردد. برای محاسبه از معادله Weir و ضریب ثابت تنفسی ۰/۸۵ برای تبدیل اکسیژن مصرفی به REE استفاده می‌شود. اساس روش بدین‌ترتیب می‌باشد که شخص داخل یک قطعه دهانی یا هواکش تنفس می‌کند و گازهای تنفسی وی جمع آوری می‌شود. هودهای تنفسی برای ارزیابی کوتاه‌مدت و بلندمدت کاربرد دارند.

شرایط مورد نیاز برای کالریمتری غیرمستقیم:

۱. برای افراد سالم حداقل ۴ ساعت ناشتایی بعد از وعده‌های اصلی و میان وعده‌ها
۲. پر هیز از مصرف کافئین حداقل ۴ ساعت و از الکل و سیگار حداقل ۲ ساعت
۳. اجتناب از کالریمتری زودتر از ۲ ساعت پس از ورزش متوسط
۴. توصیه می‌شود بین ورزش استقامتی و کالریمتری غیرمستقیم حداقل ۱۴ ساعت فاصله باشد.

گروه تالیفی دکتر خلیلی

۵. در روز آزمایش قبل از کالریمتری غیرمستقیم یک دوره استراحت ۲۰-۱۰ دقیقه‌ای وجود داشته باشد تا شرایط نسبتا ثابت ایجاد گردد (steady state). برای اطمینان از برقراری شرایط ثابت در طول ۱۰ دقیقه ابتدایی کالریمتری غیرمستقیم ۵ دقیقه اول در نظر گرفته نشده و تغییرات کم‌تر از ۱۰٪ در ۵ دقیقه دوم نشان‌دهنده برقراری شرایط steady state و دقت محاسبه خواهد بود.

معادله Weir:

EE (kcal) = 3.941 * V˙O2 (L) + یEE (kcal) = 3.941 * V˙O2 (L) + 1.106 VCO2 (L) _ (2.17 * UrN [g])
1 VCO2 (L)/(1 + 0.082)
EE (kcal) = 3.9 * V˙O2 (L) + 1.1 VCO2 (L)

ضریب تنفسی یا RQ (خیلی مهم)

- RQ از تقسیم حجم دی‌اکسید کربن تولیدی به حجم اکسیژن مصرفی محاسبه می‌گردد و نشان‌دهنده مخلوط سوبسترای متابولیزه شده می‌باشد.
- RQ کربوهیدرات ۱ است یعنی حجم اکسیژن مصرفی برابر با دی‌اکسید کربن تولیدی می‌باشد.
- RQ بیش‌تر از ۱ نشان‌دهنده سنتز خالص چربی، دریافت بالای کربوهیدرات و انرژی خواهد بود در حالی که RQ کم‌تر نشان‌دهنده دریافت ناکافی می‌باشد.

با این‌که RQ برای بررسی کفایت حمایت‌های تغذیه‌ای در بیماران بیمارستانی کاربرد دارد اما MacClave مشخص کرد که این نسبت دارای ارتباط دقیق با درصد کالری تامین شده یا مورد نیاز نیست و درجه حساسیت و تخصصی بودن RQ به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی وضعیت پرخوری و یا تغذیه ناکافی را زیر سوال برد. استفاده از RQ به‌عنوان مارکری برای بررسی اعتبار روش (قرارگیری RQ در محدوده فیزیولوژیکی) و مارکری برای میزان تحمل دستگاه تنفسی در طول رژیم‌های حمایتی تغذیه‌ای مناسب می‌باشد.

جدول ۱-۱. طبقه‌بندی سطوح فعالیت فیزیکی و معادل پیاده‌روی

رژیم غذایی	کربوهیدرات	مخلوط	پروتئین	چربی	اسید چرب آزاد	اسیدهای آمینه	تولید کتون
ضریب تنفسی (RQ)	۱	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۷	۰/۸۱-۰/۶۹	۱-۰/۵۶	۰/۶۵ ≥

لیپوژنز، تبدیل کربوهیدرات به چربی است که RQ را افزایش ولی تبدیل چربی به کربوهیدرات آن را به مقادیر کم‌تر از ۰/۷ کاهش می‌دهد.

محاسبه RQ غیرپروتئینی (NPRQ)

مصرف سوبسترا را می‌توان از میزان اکسیژن مصرف شده (VO_2) و دی‌اکسیدکربن تولید شده (VCO_2) و نیتروژن ادراری تعیین نمود. نخست باید تبادل گاز را برای اکسیداسیون ناقص پروتئین تصحیح نمود. ۱ گرم از نیتروژن ادراری نشان‌دهنده سوختن آن مقدار از پروتئین است که برای سوختن نیازمند ۵/۹۲ لیتر اکسیژن بوده و ۴/۷۵ لیتر دی‌اکسیدکربن تولید می‌نماید. VO_2 و VCO_2 مرتبط با پروتئین اکسید شده از کل، کسر شده و برای محاسبه RQ غیرپروتئینی (NPRQ) استفاده می‌شوند. مقدار پروتئین اکسید شده با فرض اینکه ۱ گرم نیتروژن معادل ۶/۲۵ گرم پروتئین است، ممکن است مستقیما از نیتروژن ادراری محاسبه شود. از این RQ غیرپروتئینی هنگامی که کم‌تر از ۱ باشد برای محاسبه نسبت‌های کربوهیدرات و چربی اکسید شده استفاده می‌شود. وقتی NPRQ همان‌گونه که در شکل زیر نشان داده شده است، بیش‌تر از ۱ باشد سنتز خالص چربی رخ می‌دهد. زمانی که NPRQ بزرگ‌تر از ۱ است، کربوهیدرات هم برای ذخیره انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و هم برای اکسیداسیون.

گروه تألیفی دکتر جلیلی

ج) سایر روش‌ها که بیش‌تر در تحقیقات کاربرد دارند.

آب دوباردار نشادار DLW

این روش به‌عنوان استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری TEE است و برای اولین بار برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی در سال ۱۹۸۲ در مورد انسان به‌کار گرفته شد و از آن زمان دانشمندان بانک اطلاعاتی قابل استفاده‌ای برای تعیین توصیه‌های دریافت انرژی تهیه کردند.

اساس این روش محاسبه دی‌اکسید کربن تولید شده براساس تفاوت میزان دفع هیدروژن و اکسیژن بدن می‌باشد. پس از تجویز دهانی مقداری آب نشاندار شده با دوتریوم اکسید H_2O و اکسیژن ۱۸- H_2O_{18} دوتریوم به شکل آب اکسیژنه به شکل آب ودی اکسید کربن از بدن دفع می‌شود. طی ۱۰-۱۴ روز میزان دفع دو ایزوتوپ با نمونه برداری دوره‌ای از آب (بزاق، ادرار، پلاسما) اندازه‌گیری می‌شود و میزان دی‌اکسید کربن دفعی محاسبه و سپس با استفاده از کالریمتری غیرمستقیم از میزان دفعی دی‌اکسیدکربن، برای محاسبه کل انرژی استفاده می‌شود.

طول مدت نمونه‌برداری در روش آب دوبار نشاندار براساس نیمه عمر ایزوتوپ‌ها ۲۱–۷ روز می‌باشد. در این روش براساس اختلاف دفع ایزوتوپ‌های فوق‌الذکر حجم دی‌اکسیدکربن محاسبه و با در فرض RQ حجم اکسیژن و انرژی مصرفی با دقت ۵٪ محاسبه می‌شود.

معایب روش آب دوبار نشان دار عبارتست از ۱- هزینه بالای ایزوتوپ‌های پایدار ۲- نیاز به افراد متخصص که بتوانند با اسپکترومتری جرمی گران و بسیار پیچیده برای آنالیز غنی‌سازی ایزوتوپ کار کنند. به‌دلیل محدودیت‌ها این روش برای کلینیسین‌ها کاربرد روزمره ندارد.

از جمله روش‌های ارزیابی دیگر پایش ضربان قلب (HR) براساس ارتباط خطی این متغیر با مصرف انرژی می‌باشد. این متغیر براساس جنس، سن، اندازه بدن، تناسب اندام و وضعیت تغذیه‌ای از فردی به فرد دیگر متغیر خواهد بود.

اندازه‌گیری انرژی مصرف شده مرتبط با فعالیت بدنی

۱. نمایشگر سه محوری

۲. پرسشنامه فعالیت بدنی Physical Activity Questionnaire(PQAs):

برای گردآوری اطلاعات در مورد سطح فعالیت بدنی فرد ارزان‌ترین و ساده‌ترین وسیله جمع‌آوری اطلاعات در ارتباط با سطح فعالیت بدنی افراد می‌باشد. روش آب نشاندار به پژوهش‌گران این امکان را می‌دهد تا اعتبار پرسش نامه‌ها را بسنجند. یادآمد هفت روزه و بررسی فعالیت بدنی ییل (Yale) پرسشنامه‌های معتبری هستند. پرسشنامه بک و نسخه تطبیق یافته پرسشنامه مطالعه سلامت جامعه تکومسه برای تعیین فعال و غیرفعال بودن فرد یا گروهی از افراد قابل استفاده می‌باشد.

خطاهای گزارش در این نوع پرسشنامه‌ها بسیار رایج بوده و منجر به تفاوت‌های محاسباتی این روش در مقایسه با روش آب نشاندار می‌گردد و برای افراد نرمال این امر منجر به کند شدن روند کاهش و یا کسب وزن می‌گردد، بنابراین منجربه نیاز برای تعدیل دریافت کالری می‌گردد.

برآورد نیازهای انرژی (مهم)

الف) معادلات محاسبه انرژی متابولیک پایه

معادلاتی برای محاسبه انرژی متابولیک پایه براساس اندازه‌گیری کالری متری غیرمستقیم در بالغین محاسبه گردیده است.

۱. معادله هریس-بندیکت: از جمله رایج‌ترین معادلات موجود برای محاسبه REE در افراد نرمال، بیمار و آسیب دیده می‌باشد. این معادله میزان انرژی مصرفی را در افرادی با وزن نرمال و افراد چاق ۲۷-۷٪ بیش‌تر از مقادیر واقعی محاسبه می‌نماید.

گروه تالیفی دکتر خلیلی

۲. معادلات Mifflin-St.Jeor: یک مطالعه با مقایسه معادلات Mifflin، هریس –بندیکت و Owen در هر دو جنس مذکر و مونث به این نتیجه اشاره نموده است که معادلات Mifflin فرمول دقیق‌تری برای محاسبه REE در افـرادی بـا وزن نرمـال و چاق می‌باشد. این معادله با استفاده از روش کالریمتری غیرمستقیم REE را در ۲۵۱ مرد و ۲۴۷ زنی محاسبه نموده است که ۴۷٪ این افراد دارای توده بدنی BMI بین ۴۲-۳۰ می‌باشند.

تعیین TEE

یک روش ساده برای تخمین انرژی فعالیتی که باید به REE افزوده گردد از طریق استفاده از سطح فعالیـت بـدنی و سـپس ضرب کردن آن به مقادیر اندازه‌گیری شده و یا پیش‌بینی شده REE می‌باشد. برای محاسبه TEE در حـداقل مقـدار فعالیـت ۲۰-۱۰٪ به میزان REE، برای فعالیت متوسط ۴۰-۲۵٪ و برای فعالیت شدید ۶۰-۴۵٪ به REE بیفزایید. (این سطوح در نظر گرفته شده بیش‌تر به منظور مقاصد عملی و نظر متخصص باید در نظر گرفته شود نه evidence-based).

محاسبه نیاز انرژی براساس دریافت انرژی

به‌طور سنتی توصیه‌های انرژی بر پایه گزارش‌های افراد (یادداشت خوراک) یا برآورد فرد از دریافت غذا (۲۴ ساعت یادآمـد) بود. در حال حاضر مشخص شده است، این روش‌ها برآوردهای درست و بدون سوگیری از دریافت فرد ارائه نمی‌دهند و بسته به سن و جنس وترکیب بدنی ۴۵-۱۰٪ افراد غذای خود را کم‌تر گزارش می‌کنند. کم گزارش کردن با افزایش سن کودک افزایش می‌یابد و در زنان بیش‌تر و در افراد چاق نیز شایع‌تر و شدیدتر است.

معادلات تخمین مصرف انرژی جدید

مطابق تعریف نیاز انرژی برآورد شده (EER) عبارت است از دریافت انرژی رژیمی که برای حفظ تعادل انرژی در فـرد سـالم با سن، جنس، وزن، قد و سطح فعالیت بدنی خاص در جهت تامین سلامتی فرد لازم می‌باشد و نیـاز بـه انـرژی در کودکـان و زنان باردار یا شیرده به‌صورت نیاز برای نهشت بافت‌ها و تولید شیر همراه با حفظ سلامتی می‌باشد.

جدول ۱-۱. طبقه‌بندی سطوح فعالیت فیزیکی و معادل پیاده‌روی

طبقه‌بندی PAL	مقادیر PAL*	معادل پیاده‌روی (مایل در روز در ۳-۴ mph))
غیرفعال	۱-۱/۳۹	
کم فعال	۱/۴ -۱/۵۹	PAL= برای ۱/۵، ۲/۲، ۲/۹، ۱/۵
فعال	۱/۶-۱/۸۹	PAL= برای ۱/۶، ۵/۸، ۴/۴، ۳ PAL= ۹/۹، ۱/۷۵، ۷/۳، ۵/۳
بسیار فعال	۱/۹-۲/۵	PAL= ۱۴، ۱/۹، ۱۰/۳، ۷/۵ PAL= ۲۲/۵، ۲/۲، ۱۶/۷، ۱۲/۳ PAL= ۳۱، ۲/۵، ۱۷/۲۳

جدول ۲-۱. معادلات پیش‌بینی انرژی مصرفی تخمین زده شده(EER) در ۴ سطح فعالیت فیزیکی

EER* برای نوزادان و کودکان ۰-۲ ساله (صدک ۳ ام تا ۹۷ام وزن برای قد)
EER= †TEE نهشت انرژی
۰-۳ ماهه (۸۹ × وزن نوزاد) [175 + (100 – Kg) (کیلوکالری برای نهشت انرژی)
۴-۶ ماهه (۸۹ × وزن نوزاد) [56 + (100 – Kg) (کیلوکالری برای نهشت انرژی)
۷-۱۲ ماهه (۸۹ × وزن نوزاد) [22 + (100 – Kg) (کیلوکالری برای نهشت انرژی)
۱۳-۳۵ ماهه (۸۹ × وزن نوزاد) [20 + (100 – Kg) (کیلوکالری برای نهشت انرژی)
EER برای پسران ۳-۸ ساله (صدک ۵ام تا ۸۵ ‡BMI)
EER= TEE نهشت انرژی
۶۱/۹ -۸۸/۵ × سن (سال)=EER + ۲۶/۷PA· × وزن (× 903 + Kg قد (متر) + 20 (کیلو کالری برای نهشت انرژی)
EER برای پسران ۹-۱۸ ساله (صدک ۵ام تا ۸۵ BMI)
EER= TEE نهشت انرژی
۶۱/۹-۸۸/۵ × سن (سال)=EER + ۲۶/۷PA × وزن(× 903 + (Kg قد (متر) + 25 (کیلوکالری برای نهشت انرژی)
PA= ضریب فعالیت فیزیکی برای پسران ۳ تا ۱۸ ساله
PA= ۱ اگر PAL¥ تخمین زده شده ≥< ۱، ۱/۴ (غیر فعال)
PA= ۱/۱۳ اگر PAL تخمین زده شده ≥< ۱/۴ ۱/۶ (کم فعال)
PA= ۱/۲۶ اگر PAL تخمین زده شده ≥< ۱/۶ ۱/۹ (فعال)
PA= ۱/۴۲ اگر PAL تخمین زده شده ≥< ۱/۹ ۲/۵ (بسیار فعال)
EER برای دختران ۳-۸ ساله (صدک ۵ام تا ۸۵ BMI)
EER= TEE نهشت انرژی
=EER ۳۰/۸ -۱۳۵/۳ × سن (سال) + (10 × PA × وزن(× 934 + (Kg قد (متر) + ۲۰ (کیلو کالری برای نهشت انرژی)
EER برای دختران ۹-۱۸ ساله (صدک ۵ام تا ۸۵ BMI)
EER= TEE + نهشت انرژی
=EER ۳۰/۸ -۱۳۵/۳ × سن (سال) + (10× PA × وزن(× 934 + (Kg قد (متر) + ۲۵ (کیلوکالری برای نهشت انرژی)
PA= ضریب فعالیت فیزیکی برای دختران ۳ تا ۱۸ ساله
PA= ۱ (غیر فعال)
PA= ۱/۶ (کم فعال)
PA= ۱/۳۱ (فعال)
PA= ۱/۵۶ (بسیار فعال)
EER برای مردان ۱۹ ساله و بیش‌تر (BMI ۱۸/۵ تا ۲۵ kg/m^2 EER = TEE)
EER= ۶/۹۱ × 354 - سن (سال) + (× ۹۱/۱۵PA × وزن(+ (۵۳۹/۶Kg × قد (متر)
PA= ۱ (غیر فعال)
PA= ۱/۱ (کم فعال)
PA= ۱/۲۵ (فعال)
PA= ۱/۴۸ (بسیار فعال)
EER برای زنان ۱۹ ساله و بیش‌تر (BMI ۱۸/۵ تا ۲۵ kg/m^2)
EER = TEE
EER= ۹/۵۳ × 662 - سن (سال) + (× ۱۵/۹۱PA × وزن(+ (۵۳۹/۶Kg × قد (متر)
PA= ۱ (غیر فعال)

PA= ۱/۱۲ (کم فعال)
PA= ۱/۲۷ (فعال)
PA= ۱/۴۵ (بسیار فعال)
EER برای خانم باردار
۱۸-۱۴ ساله EER= EER نوجوان + نهشت انرژی دوران بارداری
۳ ماهه اول EER= EER نوجوان + 0 (نهشت انرژی دوران بارداری)
۳ ماهه دوم EER= EER نوجوان + ۸ Kcal/Week × (160 ۲۰ هفته) + 180 Kcal
۳ ماهه سوم EER= EER نوجوان + ۸ Kcal/Week × (272 ۳۴ هفته) + 180 Kcal
۵۰-۱۹ ساله EER= EER بزرگسال + نهشت انرژی دوران بارداری
۳ ماهه اول EER= EER بزرگسال + ۰ (نهشت انرژی دوران بارداری)
۳ ماهه دوم EER= EER بزرگسال + ۱۶۰ (× ۸ Kcal/Week ۲۰ هفته) + ۱۸۰ Kcal
۳ ماهه سوم EER= EER بزرگسال + ۲۷۲ (× ۸ Kcal/Week ۳۴ هفته) + ۱۸۰ Kcal
EER برای خانم شیرده
۱۸-۱۴ ساله EER= EER نوجوان + انرژی تولید شیر – کاهش وزن
۶ ماه اول EER= EER نوجوان + ۵۰۰ – ۱۷۰ (انرژی تولید شیر - کاهش وزن)
۶ ماه دوم EER= EER نوجوان + ۴۰۰ – ۰ (انرژی تولید شیر - کاهش وزن)
۵۰-۱۹ ساله EER= EER بزرگسال + انرژی تولید شیر – کاهش وزن
۶ ماه اول EER= EER بزرگسال + ۵۰۰ –۷۰ (انرژی تولید شیر - کاهش وزن)
۶ ماه دوم EER= EER بزرگسال + ۴۰۰ – ۰ (انرژی تولید شیر - کاهش وزن)
TEE مورد نیاز حفظ وزن در پسران ۳ تا ۱۸ ساله با اضافه وزن یا در معرض اضافه وزن (BMI > ۸۵ برای اضافه وزن)
TEE =- 114 × ۵۰/۹ سن (سال) + × ۱۹/۵PA × وزن (Kg) + ۱۱۶۱/۴ × قد (متر)
PA= ضریب فعالیت فیزیکی
PA= ۱ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱ < ۱/۴ (غیر فعال)
PA= ۱/۱۲ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۴ < ۱/۶ (کم فعال)
PA= ۱/۲۴ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۶ < ۱/۹ (فعال)
PA= ۱/۴۵ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۹ < ۲/۵ (بسیار فعال)
TEE مورد نیاز حفظ وزن در دختران ۳ تا ۱۸ ساله با اضافه وزن یا در معرض اضافه وزن(BMI > ۸۵ برای اضافه وزن)
TEE = - 389 × ۴۱/۲ سن (سال) + × (15 × PA وزن (Kg) × 701.6 + قد (متر)
PA= ضریب فعالیت فیزیکی
PA= ۱ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱ < ۱/۴ (غیر فعال)
PA= ۱/۱۸ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۴ < ۱/۶ (کم فعال)
PA= ۱/۳۵ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۶ < ۱/۹ (فعال)
PA= ۱/۶۰ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۹ < ۲/۵ (بسیار فعال)
مردان ۱۹ ساله و بیش‌تر چاق و با اضافه وزن ($BMI\ kg/m^2 \geq 25$)
TEE = ۱۰/۱ × 1086 - سن (سال) × ۱۳/۷PA × وزن(Kg) × 416 + قد (متر)
PA= ضریب فعالیت فیزیکی
PA= ۱ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱ < ۱/۴ (غیر فعال)
PA= ۱/۱۲ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۴ < ۱/۶ (کم فعال)
PA= ۱/۲۹ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۶ < ۱/۹ (فعال)
PA= ۱/۵۹ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۹ < ۲/۵ (بسیار فعال)

زنان ۱۹ ساله و بیش‌تر چاق و با اضافه وزن ($25 \geq BMI\ kg/m^2$) قد (متر) + 619 × وزن(Kg) × ۱۱/۴PA × TEE = سن (سال) - 448 × ۷/۹۵ PA= ضریب فعالیت فیزیکی PA= ۱ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱ < ۱/۴ (غیر فعال) PA= ۱/۱۶ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۴ < ۱/۶ (کم فعال) PA= ۱/۲۷ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۶ < ۱/۹ (فعال) PA= ۱/۴۴ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۹ < ۲/۵ (بسیار فعال)
مردان ۱۹ ساله و بزرگ‌تر نرمال یا با اضافه وزن یا چاق ($۱۸/۵ \geq BMI\ kg/m^2$) قد (متر) + 503 × وزن(Kg) × ۱۴/۲PA × (+ سن (سال) TEE = - 864 × ۹/۷۲ PA= ضریب فعالیت فیزیکی PA= ۱ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱ < ۱/۴ (غیر فعال) PA= ۱/۱۲ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۴ < ۱/۶ (کم فعال) PA= ۱/۲۷ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۶ < ۱/۹ (فعال) PA= ۱/۵۴ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۹ < ۲/۵ (بسیار فعال)
زنان ۱۹ ساله و بزرگ‌تر نرمال یا با اضافه وزن یا چاق ($۱۸/۵ \geq BMI\ kg/m^2$) قد (متر) × ۶۶۰/۷ + وزن(Kg) × ۱۰/۹TEE =PA × + سن (سال) - 387 × ۷/۳۱ PA= ضریب فعالیت فیزیکی PA= ۱ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱ < ۱/۴ (غیر فعال) PA= ۱/۱۴ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۴ < ۱/۶ (کم فعال) PA= ۱/۲۷ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۶ < ۱/۹ (فعال) PA= ۱/۴۵ اگر PAL تخمین زده شده ≤ ۱/۹ < ۲/۵ (بسیار فعال)

بررسی معادلات تخمین انرژی مصرفی

۱. تمام معادلات برای حفظ وزن کنونی بدن و سطح فعالیت فعلی او بوده و برای کاهش وزن مناسب نیستند.

۲. سن، وزن، قد، جنس و سطح فعالیت بدنی برای افراد ۳ سال و بزرگ‌تر مناسب می‌باشد. اگرچه در شیرخواران و کودکان نیز متغیرهایی مانند سن، جنس و نوع تغذیه می‌تواند بر کل انرژی مصرفی موثر باشد ولی وزن به‌عنوان تنها عامل پیش‌بینی کل انرژی مصرفی در کودکان در نظر گرفته می‌شود.

۳. تقسیم بندی در کودکان ۲-۰ ساله براساس صدک وزن به قد بین ۹۷-۳ و در پسران و دختران ۱۸-۳ ساله براساس صدک BMI بین ۸۵-۵ و در بالغین براساس شاخص توده بدنی ۲۵-۱۸/۵ و در پسران و دختران دارای اضافه وزن و یا خطر اضافه وزن براساس پرسنتایل توده بدنی بالای ۸۵ و در بالغین دارای اضافه وزن و یا خطر اضافه وزن براساس صدک BMI ۲۵ و بیش‌تر صورت گرفته است.

۴. در گروه‌های در حال رشد و زنان باردار و شیرده کالری اضافی برای ساخت بافت‌های جدید در نظر گرفته می‌شود.

برآورد انرژی برخی فعالیت‌های انتخابی براساس معادل‌های متابولیکی METs

معادل متابولیکی واحدهای اندازه‌گیری هستند که با میزان متابولیسم فرد در طی انجام فعالیت‌های بدنی خاص با شدت‌های متفاوت مرتبط هستند و براساس ضریبی از میزان متابولیکی استراحت (REE) بیان می‌شوند.