الفصل الرابع

البروتينات

المفاهيم الأساسية

- توفر البروتينات في الغذاء الأحماض الأمينية الضرورية لبناء الجسم، والمحافظة على الأنسجة.
- توازن البروتين داخل الجسم والنظام الغذائي ، أمر ضروري للحياة والصحة.
- نوعية البروتين في الغذاء ، وقدرته على تلبية احتياجات الجسم ، يحدده تكوين الأحماض الأمينية فيه.

يجعل العديد من البروتينات الحياة البشرية ممكنة في الجسم. لكل واحد من الآلاف والآلاف من بروتينات الجسم تركيب محدد وفريد من نوعه ، وقد صمم للقيام بمهمة معينة. فالأحماض الأمينية الأساسية التي تشكل وحدات بناء جسم الإنسان هي اللبنات الأساسية لتركيب البروتين. ويستطيع البشر الحصول على الأحماض الأمينية من مجموعة المواد الغذائية والبروتينات التي تُؤكل كل يوم. ويبحث هذا الفصل في الطبيعة المحددة للبروتينات، سواء في المواد الغذائية أو في الجسم البشري، ويفسر ضرورة التوازن البروتيني للحياة والصحة، وكيفية المحافظة على هذا التوازن.

طبيعة البروتينات

الأحماض الأمينية: مواد البناء الأساسية

الدور كبناء وحدات

يتكون كل بروتين، سواء في أجسامنا أو في الأغذية التي نتناولها، من وحدات بناء تعرف باسم الأحماض الأمينية. والأحماض الأمينية ترتبط ببعضها ارتباطاً فريداً من خلال سلاسل متوالية لتكوين بروتينات محددة. ويرتبط كل حامض أميني بالآخر عن طريق رابطة ببتيدية (الشكل رقم ٤,١). اثنان من الأحماض الأمينية المرتبطة معاً تُدعى ثنائي الببتيد. بينما نجد أن متعدد الببتيد هي سلاسل قد تصل إلى ١٠٠ من الأحماض الأمينية. وهناك المئات

من الأحماض الأمينية ترتبط معاً لتشكيل واحدة من البروتينات، عندما تُؤكل الأغذية البروتينية. والبروتينات، مثل الكازين في الحليب والجبن، وزلال البيض في بياض البيض، أو الغلوتين في منتجات القمح تُجزئ إلى الأحماض الأمينية في عملية الهضم، ثم يعاد تركيب الأحماض الأمينية داخل الجسم لتكوين مجموعة متنوعة من البروتينات، مثل:

الكولاجين في النسيج الضام، الميوسين في الأنسجة العضلية، الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، أنزيمات الهضم أو الهرمونات التي يحتاجها الجسم. وللحفاظ على قدرتها لتأدية عملها بالشكل المطلوب، فإن كل سلسلة من البروتين لديه القدرة على التكيف على شكل مطوية، وربما تكون متبسطة، وفقاً لحاجة الأيض[1]؛ ذلك لأن البروتينات كبيرة الحجم نسبيًّا، تكون جزيئاتها معقدة، فهي كثيراً ما تخضع لطفرات، أو تشوهات في هياكلها. وعلى سبيل المثال، فطي البروتين – بشكل خاطئ – يُشارك في مرض الزهايمر الذي يحرم الكثير من كبار السن من القدرات العقلية.

ببتيد ثنائي= حامض أميني منفرد+حامض أميني منفرد

= حامض أميني منفرد + حامض أميني منفرد

الشكل رقم (٤،١). تركيب الحامض الأميني. (Modified from Mahan LK, Escott-StUmp S: *Krause's food, nutrition, & diet therapy*, ed 10, Philadelphia, 2000, Saunders.)

الأهمية الغذائية

تسمى الأحماض الأمينية نظراً لطبيعتها الكيميائية. فكلمة *أميني* تشير إلى المركبات التي تحتوي على النيتروجين، مثل: الكربوهيدرات والدهون. تتكون هياكلها الأساسية للبروتينات من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، وعلى العكس من الكربوهيدرات والدهون فإنها التي لا تحتوي على النيتروجين، بينما يحتوي البروتين على حوالي ١٦ ٪ نتروجين. وعلى هذا النحو، فإن البروتين هو المصدر الرئيس للنيتروجين في النظام الغذائي.

وبالإضافة إلى ذلك ، تحتوي بعض البروتينات على كميات صغيرة – ولكنها قيمة- من الكبريت المعدني ، الفوسفور، الحديد، واليود.

أصناف الأحماض الأمينية

هناك ٢٠ نوعاً شائعاً من الأحماض الأمينية، وكلها تعد مكونات حيوية لحياة البشر وصحتهم. وهذه الأحماض الأمينية تُصنف على أنها: لا غنى عنها ، أو يمكن الاستغناء عنها ، أو لا غنى عنها بشرط في النظام الغذائي ، وفقاً لما إذا كان يمكن لجسم أن يصنعها (الإطار رقم ٤,١). وهذه التصنيفات كانت تعرف سابقاً باسم أساسية، غير أساسية، أو أساسية بشروط، على التوالي.

الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها

تصنف تسعة من الأحماض الأمينية بأنها لا غنى عنها؛ لأن الجسم لا يستطيع تصنيعها بكمية كافية ، أو لا يستطيع تصنيعها على الإطلاق (انظر للإطار رقم ٤,١). وهكذا كما تعني كلمة لا غنى عنه ، فإن هذه الأحماض الأمينية ضرورية في النظام الغذائي ولا يمكن إهمالها. وفي الظروف العادية ، فإن الأحمـــاض الأمينية الـ ١١ المتبقية يمكن تصنيعها بسهولة من قبل الجسم؛ لتلبية مطالب الأيض المستمرة في جميع مراحل الحياة.

الإطار رقم (٤,١). الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها ، يمكن الاستغناء عنها ، أو لا غنى عنها بشرط.

لا غنى عنها	يمكن الاستغناء عنها	لا غنى عنها بشرط
هيستيدين	الانين	أرجينين
إيزولوسين	حامض أسبارتيك	سيستين
ليوسين	أسباراجين	جلوتامين
لايسين	حامض جلوتاميك	جلايسين
ميثيونين	سيرين	برولين
فينيل ألانين		تيروسين
ثريونين		
تريبتوفان		
فالين		

الأحماض الأمينية: المركبات التي تحوي النيتروجين في مركباتها، والتي تشكل الوحدات البيكلية للبروتين. عندما تُهضم البروتينات، فإنها تنتج مكوناتها من الأحماض الأمينية، حيث تكون متاحة للاستخدام من قبل الخلايا لتركيب بروتينات محددة الأنسجة.

الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها بشروط: وهذه — عادة — يمكن الاستغناء عنها، بسبب أن الجسم يمكن أن يصنعها داخليًا. ومع ذلك، ففي بعض الظروف، مثل المرض، لا يستطيع الجسم تصنيعها بكميات كافية، بحيث تصبح لا غنى عنها في النظام الغذائي.

الأحماض الأمينية التي يستغنى عنها

جملة (يمكن الاستغناء عنها) مضللة؛ فجميع الأحماض الأمينية ضرورية لبناء الأنسجة، وقيام الجسم بعملية الأيض الغذائي. ولكن، وهذا المصطلح يشير إلى خمسة أحماض أمينية يستطيع الجسم تصنيعها من غيرها من الأحماض الأمينية، والتي تمد الجسم بلبنات البناء الضرورية والإنزيمات، وبالتالي فهي ليست ضرورية في النظام الغذائي (انظر للإطار رقم ٤,١). وهذه الأحماض الأمينية يحتاجها الجسم للحياة الصحية، ولكن يمكن الاستغناء عنها في النظام الغذائي.

الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها بشرط

تصنف الأنواع الستة المتبقية من الأحماض الأمينية بأنها لا غنى عنها بشرط (انظر للإطار رقم ٤,١). وتحت ظروف فسيولوجية معينة، فإن هذه الأحماض الأمينية – والتي عادة ما يكون تصنيعها في الجسم وتصنف بأنها يمكن الاستغناء عنها – يجب أن تستهلك في النظام الغذائي. إن الأرجينين، السيستين، و الجلوتامين، والجلايسين، والبرولين، والتيروسين لا غنى عنها عندما لا تستطيع المصادر الذاتية أن تلبي الاحتياجات الأيضية. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يصنع الجسم البشري السيستين من الحمض الأميني الأساسي الميثيونين. ومع ذلك، عندما تعاني من نقص في الميثيونين في الغذاء، وعندها يجب أن تستهلك السيستين اللازم في النظام الغذائي، ومن ثم جعل مكوناً لا غنى عنه من الأحماض الأمينية في ظل هذا الوضع.

ويمكن – أيضاً – اعتبار الأحماض الأمينية في حالات الإجهاد الفسيولوجي الشديد، والمرض، والاضطرابات الوراثية لا غنى عنها بشرط.

بيلة الفينيل كيتون (PKU) هو اضطراب وراثي في الفرد يفتقر للإنزيمات اللازمة لتحويل الفينيل ألانين لتيروسين، وبالتالي لا بد من تزويد التيروسين عن طريق نظام غذائي، ولذلك فهو لا غنى عنه بشرط.

التوازن

يشير مصطلح التوازن إلى التوازن النسبي والمدخول الناتج من المواد في الجسم ؛ للحفاظ على التوازن الضروري من أجل الصحة في ظروف مختلفة ، وذلك في جميع مراحل الحياة.

ويمكن أن ينطبق هذا المفهوم من التوازن على البروتين الذي يضمن البقاء قيد الحياة ؛ بسبب توافر النيتروجين الذي يمد به.

توازن البروتين

تُجري التجزئة - بشكل مستمر- على بروتينات أنسجة الجسم لإنتاج الأحماض الأمينية، وتسمى بعملية *الهدم*، ومن ثم يُعاد تصنيع البروتينات في الأنسجة حسب الحاجة ، وتسمى عملية *البناء*. وللحفاظ على توازن النيتروجين ، فإن جانباً من الأحماض الأمينية التي تحتوي على النيتروجين يمكن إزالة النيتروجين منها بما يسمى بـ "عملية نزع النيتروجين" ، ثم تحويلها إلى غاز النشادر (NH_3) ، وتفرز على هيئة اليوريا في البول. أما المخلفات المتبقية غير النيتروجين، فيمكن استخدامها لصنع الكربوهيدرات أو الدهون، أو يعاد ربطها لإنتاج شكل آخر من الأحماض الأمينية ، إذا لزم الأمر.

يتفاوت دوران معدل هذا البروتين وتبديل كمية النيتروجين في الأنسجة المختلفة ، وفقا لدرجة النشاط الأيضي.

عملية تبديل الأنسجة مستمرة، وتسفر عن إعادة هيكلة، أو إعادة بناء، أو تعديل الأنسجة حسب الحاجة، بهدف الإبقاء على معدلات متوازنة من البروتينات في الجسم.

ويحافظ الجسم - أيضاً- على التوازن بين البروتينات في الأنسجة، وتلك التي في البلازما، مع مزيد من التوازن في البروتين الغذائي. وبفضل هذه الموازنة الدقيقة ضمن هذا النظام، فإن "مجموعة" من كل الأحماض الأمينية التي مصدرها بروتينات الأنسجة والبروتين الغذائي متاحة دائما لتلبية احتياجات البناء. (الشكل رقم ٤,٢).

الشكل رقم (٤,٢). التوازن بين وحدات البروتينات وجموع الأحماض الأمينية.

توازن النيتروجين

يدل توازن النيتروجين في الجسم على مدى ما يجري للأنسجة والحفاظ عليها. وامتصاص بروتين الغذاء واستخدامه يقاس بكمية النيتروجين في المدخول من البروتين في الغذاء، وكمية النيتروجين التي تُفرز مع البول. وعلى سبيل المثال ، فـ ١ جم من النيتروجين في البول تتكون من نتاج الهضم والأيض الغذائي لكل ٦,٢٥ جرامًا من البروتين؛ ولذلك إذا كان ١ جم من النتروجين يُفرز في البول لكل ٦,٢٥ جراماً من البروتين المستهلكة ، فإن الجسد يكون في حالة من توازن النتروجين. وهذا التوازن هو النمط المعتاد في صحة البالغين. ولكن في أوقات مختلفة من الحياة، أو في حالة سوء التغذية، أو المرض، فإن التوازن قد يتحول إلى أن يكون إيجابيًا أو سلبيًا.

توازن النيتروجين الإيجابي: يحدث توازن النيتروجين الإيجابي لدى الجسم عندما يكون يُؤخذ من النيتروجين أكثر مما يُفرز، ومن ثم تخزين المزيد من النتروجين عن طريق بناء المزيد من الأنسجة، مقارنة بما يُفقد (عن طريق تجزئة الأنسجة). ويحدث هذا الوضع — عادة — في فترات النمو السريع مثل: (الرضاعة، والطفولة، والمراهقة)، والحمل والرضاعة. ويحدث توازن النيتروجين الإيجابي — أيضاً — في الأفراد الذين تعرضوا لحالة مرضية، أو عانوا من سوء التغذية، ثم تبعها فترة "إعادة بناء" مع زيادة التغذية. وفي مثل هذه الحالات ، يتم تخزين البروتين لتلبية الاحتياجات المتزايدة لبناء الأنسجة المرتبط بنشاط أيضي.

توازن النيتروجين السلبي: يحدث توازن النيتروجين السلبي لدى الجسم عندما يكون يؤخذ من النيتروجين أقل مما يفرز. ويعني هذا أن الجسم يأخذ كمية غير كافية من البروتين المدخول، ويخسر النيتروجين عن طريق هدم المزيد من الأنسجة مقارنة بما يتم بناؤه. وتنشأ هذه الحالة في الولايات التي يتفشى فيها المرض وسوء التغذية. وعلى سبيل المثال، فإن هذا الاختلال النيتروجيني يحدث لدى الأفراد الذين يعانون نقص البروتين ـ حتى عندما تكون

السعرات الحرارية من الكربوهيدرات والدهون كافية- ويؤدي هذا إلى مرض نقص البروتين الكلاسيكي (*kwashiorkor*). وقد لا يظهر فشل الحفاظ على توازن النيتروجين لبعض الوقت، ولكن في- نهاية المطاف- يسبب فقدان الأنسجة العضلية ، واختلال وظائف الجسم وأعضائه ، يُصبح الشخص أكثر عرضة للإصابة بالالتهابات. أما في الأطفال، فإن توازن النيتروجين السلبي يسبب تخلف النمو.

وظائف للبروتين

بناء الأنسجة الأساسي

البروتين هو المادة الهيكلية الأساسية لكل خلية في الجسم. وفي الواقع ، فإن الجزء الأكبر من الجسم - باستثناء كمية المياه التي يحتويها- تتكون من البروتينات. وبروتين الجسم - وأساساً كتلة العضلات- تشكل نحو ثلاثة أرباع المادة الجافة في معظم الأنسجة، باستثناء العظام ودهون النسيج الدهني. والبروتين لا يبني الجزء الأكبر من العضلات، والأعضاء الداخلية، والمخ، والأعصاب، والجلد، والشعر، والأظافر فحسب، وإنما هو جزء حيوي في تنظيم مواد مثل الإنزيمات، والهرمونات، وبلازما الدم. وكل هذه الأنسجة يجب إصلاحها واستبدالها باستمرار. إن المهام الرئيسة للبروتين تتمثل في إصلاح الأنسجة المهترئة، أو المبددة، أو التالفة وبناء الأنسجة الجديدة. وهكذا يلبي البروتين حاجات النمو، ويحافظ على صحة النسيج خلال سنوات النضج. وفي الواقع، يعد البروتين أمرًا أساسيًا للآلية البيوكيميائية المشغلة للخلايا[3] .

وظائف الجسم الإضافية

وإضافة إلى عمله في بناء الأنسجة، فإن وظائف البروتين الأخرى في الجسم تتعلق بالطاقة، توازن الماء، الأيض، ونظام الدفاع في الجسم.

نظام الطاقة

كما هو مبين في الفصول السابقة ، فإن الكربوهيدرات هي المصدر الرئيس للوقود لنظام الطاقة في الجسم، وتساعد الدهون باعتبارها مخزوناً للوقود. وفي أوقات الحاجة، يمد البروتين الجسم بوقود إضافي، للحفاظ على حرارة الجسم وطاقته ،وليس هذا فقط، وإنما يُعدُّ مصدراً احتياطيًا وحيداً جاهزاً للاستخدام عندما لا يكون هناك إمدادات كافية من الكربوهيدرات والدهون. إن معامل الوقود المتاح للبروتين هو ٤ سعرات حرارية لكل جرام.

التوازن المائي

يساعد بروتين البلازما ، وخاصة الألبومين ، في السيطرة على توازن المياه في جميع أنحاء الجسم، وذلك عن طريق ممارسة الضغط الأسموزي للحفاظ على دوران عادي لسوائل الأنسجة، وتدفق الدم في الأوعية الدموية.

الأيض

يساعد البروتين في وظائف الأيض من خلال الإنزيمات ، وعوامل النقل، والهرمونات. وإنزيمات الهضم والخلايا هي البروتينات التي تتحكم في عمليات الأيض الغذائي. أما الإنزيمات اللازمة لهضم الكربوهيدرات (أميلاز) ، والدهون (لاياز) والبروتينات (بروتياز)، فجميعها بروتينات طبيعية. كما تعمل البروتينات المركبة كوسط تحمل به المواد المغذية في جميع أنحاء الجسم.

والبروتينات الدهنية ضرورية لنقل الدهون في الدم الذي يمتلك صفة الذائبية في الماء. ومن الأمثلة الأخرى البيموجلوبين الناقل الحيوي للأوكسجين في خلايا الدم الحمراء، والترانسفيرين، البروتين الناقل للحديد في الدم. أما الهرمونات، مثل الإنسولين والجلوكاجون، فهي - أيضاً- بروتينات تلعب دوراً رئيساً في وظيفة الأيض الغذائي للجلوكوز (انظر الفصل العشرين).

نظام الدفاع في الجسم

يُستخدم البروتين خاصة لبناء خلايا الدم البيضاء (الخلايا اللمفية) والمضادات، كجزء من جهاز المناعة في الجسم للمساعدة في الدفاع ضد الأمراض والعدوى.

المصادر الغذائية للبروتين

أنواع البروتينات الغذائية

لحسن الحظ، فإن معظم الأطعمة تحتوي على خليط من البروتينات التي تكمل بعضها بعضاً. وفي النظام الغذائي المختلط ، فإن الأغذية الحيوانية والنباتية توفر تشكيلة واسعة من العديد من المواد الغذائية والبروتينات التي تكمل بعضها بعضا (الشكل رقم ٤,٣).

وبذلك، فإن مفتاح التغذية المتوازنة يتسم بالتنوع. بروتينات الغذاء تصنف على أنها بروتينات كاملة أو غير كاملة، وفقًا لتكوين الأحماض الأمينية فيها.

البروتينات الكاملة

البروتينات الكاملة البروتين الغذائي الذي يحتوي على جميع الأحماض الأمينية التسعة التي لا غنى عنها (انظر الإطار رقم ٤,١) في نسبة وكمية كافية لتلبية احتياجات الجسم وتوجد هذه البروتينات - أساساً- في المصادر الغذائية الحيوانية، مثل: البيض، والحليب، والجبن، واللحوم. ومع ذلك، فإن فول الصويا ومنتجات الصويا مستثناء مما ذكر. ومنتجات الصويا النباتية هي المصدر الوحيد للبروتينات الكاملة. ويستثنى من ذلك - أيضاً- الجيلاتين. وعلى الرغم من أن الجيلاتين بروتين غذائي ذو أصل حيواني، فهو - نسبياً- بروتين لا قيمة له، لأنه يفتقر إلى الأحماض الأمينية الأساسية الثلاثة: (تريبتوفان، وفالين، وإيزوليوسين) ، وكميات صغيرة فقط من الليوسين.

الشكل رقم (٤,٣). البروتينات الغذائية الكاملة وغير الكاملة (Credit: Amy Buxton).

البروتينات غ ير الكاملة

الأغذية البروتينية التي تعاني من نقص في واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية التسعة التي لا غنى عنها تسمى بروتينات غير كاملة.

وعموماً، فهذه البروتينات نباتية المنشأ، مثل: الحبوب، البقول، والمكسرات، والبذور، والخضار، والفواكه.

وتوجد في الأغذية التي تقدم مساهمات قيمة في إجمالي البروتين الغذائي.

النظم الغذائية النباتية

البروتين المكمل

تشير المعرفة الحالية للأيض الغذائي للبروتين، و "تجميع" واحتياطيات الأحماض الأمينية (انظر الشكل رقم ٤,١) إلى أن مزيجاً من البروتينات النباتية يمكن أن توفر ما يكفي من كميات كبيرة من الأحماض الأمينية الأساسية عند استخدام مختلف الحبوب، وتوسيع نطاقها لتشمل بروتين الصويا، وغيرها من المواد الجافة من

بروتينات البقول، مثل: الفول والبازلاء[٤]. لأن معظم البروتينات النباتية غير كاملة، وتفتقر إلى واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها (أو الأساسية)؛ ولذلك فاختيار الأغذية النباتية بحيث لو فُقِد واحد من الأحماض الأمينية في أحد المصادر؛ فيمكن تعويضه من مواد غذائية أخرى. وهذا هو فن الجمع بين البروتينات في الأغذية النباتية بحيث تكون "مكملة" واحدة للأخرى، وتزود جميع الأحماض الأمينية التسعة التي لا غنى عنها.

إن عادات الأكل طوال اليوم وأنماطها، جنباً إلى جنب مع الاحتياطي المخزون من البروتين في الجسم، عادة ما تضمن التوازن المكمل من الأحماض الأمينية. ومتطلبات النباتيين - كما هو الحال بالنسبة لجميع الناس- هي أكل كمية كافية من المواد الغذائية المتنوعة لتلبية المواد المغذية الطبيعية والحاجة للطاقة (انظر الإطار: الاعتبارات الثقافية، "الأحماض الأمينية التي لا يمكن الاستغناء عنها وبروتينات الأغذية المكملة لها").

أنواع النظم الغذائية النباتية

تختلف النظم الغذائية النباتية وفقاً لمعتقدات أو احتياجات الأفراد لهذه الأنماط الغذائية. فحوالي ٢.٥ ٪ من مجموع سكان الولايات المتحدة يتبعون نظاماً غذائيًّا نباتيًّا في العام ٢٠٠٠م[٤]. وهناك مجموعة من الأسباب التي تؤدي بالشعب إلى اختيار الغذاء النباتي البيئة أو مخاوف الوَحْشيَّةِ الحيوانيةِ لأسباب صحية، والمعتقدات الدينية، مثل: (البوذية، والهندوسية، واليوم السابع للسبتيين، والزين)، أو نفور من استهلاك المنتجات الحيوانية. إن اتباع حمية غذائية خالية من المنتجات الحيوانية ليست - دائماً- مجالاً للاختيار. ففي بعض المناطق من العالم، يكون الاعتماد على النظام الغذائي النباتي مجرد نتيجة لعدم وجود الموارد من المنتجات الحيوانية وتوافرها. عموماً، هناك أربعة أنواع أساسية :

١- - *Lacto -ovo النباتيون* : Lacto - ovo - النباتيون يتبعون نمطاً غذائيًّا يسمح بتناول منتجات الألبان والبيض (الشكل رقم ٤,١). والجمع بين الحمية النباتية والحيوانية في مصادر الغذاء - باستثناء اللحوم والأسماك فقط - لا يشكل أي مشاكل في التغذية.

٢- *Lacto النباتيون* : Lacto النباتيون يقبلون فقط منتجات الألبان من مصادر حيوانية لتكملة نظامهم الغذائي من الأغذية النباتية. فاستخدام اللبن و منتجات الألبان (مثل الجبن)، مع نظام غذائي متنوع مختلط كليًّا، أو الإثراء من الحبوب، البقول، المكسرات، البذور، الفاكهة والخضروات بكميات كافية لتلبية الاحتياجات من الطاقة، يوفر توازناً في المدخول.

٣- *Ovo النباتيون* : أغذية الحيوانات الوحيدة المدرجة في ovo - الغذاء النباتي هو البيض؛ لأن وجود البيض مصدر ممتاز للبروتين الكامل ، والأفراد المتبعون لهذا النظام الغذائي ليجب ألا يكونوا حريصين على تعاطي البروتينات التكميلية على أساس يومي.

٤- *Vegans*: Vegans يتبعون نظاماً غذائيًا نباتيًا صارماً دون استخدام الأغذية الحيوانية. ويتكون النمط الغذائي - تماماً- من الأغذية النباتية، الإثراء من الحبوب كليًا، البقول، المكسرات، البذور، الفواكه، والخضروات.

استخدام فول الصويا، حليب الصويا، فول الصويا المتخثر (التوفو)، ومنتجات بروتين فول الصويا المجهزة يعزز القيمة الغذائية للطعام، وهذه المنتجات تكون مقبولة ويمكن تحملها. والتخطيط الدقيق واستهلاك ما يكفي من الغذاء، يضمن التغذية الكافية.

أما عن الوضع الحالي لورقة النظم الغذائية النباتية الصادرة عن الرابطة الأمريكية للحمية الغذائية بخصوص الأفراد النباتيين، فتشير إلى أن ما فُهم - سابقاً- فيما يتعلق بالجمع بين البروتين المكمل، والبروتين الذي داخل النبات بالنظر إلى كل وجبة غير ضروري[4]. والشيء الأهم هو تحقيق التوازن طوال اليوم.

الاعتبارات الثقافية

الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها وبروتينات الأغذية المكملة له

أكثر من ١٢ مليوناً أمريكيًا يتبعون نظاماً غذائيًا نباتيًا اليوم. وهذا الاتجاه في نمط الغذاء اكتسب اتباع كبيرة في الماضي، عقداً من الزمن، وخاصة النساء والمراهقين والشباب الكبار. وتوجد نسبة كبيرة من السكان في جميع أنحاء العالم يتبعون مختلف أشكال النظم الغذائية النباتية لأغراض دينية تقليدية، أو لأسباب اقتصادية. فالسبتيين يتبعون ما يدعا lacto -ovo – النظام الغذاء النباتي، في حين أن الأفراد من الهندوسية والبوذية الدينية عموماً lacto نباتي. والنظام الغذائي للبحر المتوسط لديه مثل هذا التركيز القوي على الحبوب، الباستا، الخضروات، الجبن، بندرة من جهة أخرى في استهلاك المنتجات الحيوانية: (لحوم البقر، والدجاج، والأسماك). وفي مناطق أخرى من العالم، لا يسمح العبء الاقتصادي الناجم عن المنتجات الحيوانية باستهلاك هذه الأغذية. وأي شكل من أشكال الغذاء النباتي يمكن أن يكون صحيًا، ومع ذلك فالفهم الجيد لكيفية تحقيق التوازن الكامل في البروتين أمر ضروري.

ويجب أن تكون الأحماض الأمينية التسعة التي لا غنى عنها أو الأساسية متوفرة في الوجبة الغذائية المقدمة. ومن المعتقد أن البروتين في كل مصادر البروتين الحيواني والنباتي يمكن أن تلبي الاحتياجات على نحو كاف. وأحد الاهتمامات المتعلقة بالنظام الغذائي النباتي، وهو الحصول على كمية متوازنة من الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها؛ ليكمل كل منهما الآخر، وتشكل خليطاً غذائيًا متكاملاً.

ولتقديم أغذية تكميلية؛ لتحقيق التوازن بين مجموعات ما يلزم من الأحماض الأمينية، والمجموعات من

المواد الغذائية (مثل: الحبوب، والبقول، ومنتجات الألبان)، يجب أن تكون مختلطة. وعلى سبيل المثال، الحبوب منخفضة الثريونين والغنية بالميثيونين، بينما البقوليات عكس ذلك تماماً، فهي منخفضة الميثيونين وغنية بالثريونين. ولذلك فالحبوب والبقوليات تساعد على تحقيق توازن بعضها بعضاً في تراكم جميع الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها. كما أن إضافة منتجات الألبان والبيض تعزز كفاية الأحماض الأمينية لـ lactoovo النباتيين. وفيما يلي بعض العينات الغذائية من مجموعة أطباق لتوضيح تركيبات البروتينات التكميلية :

الحبوب والبازلاء، الفول أو العدس: الأرز البني والبقول ، خبز الحبوب الكاملة مع شوربة البازيلاء أو العدس، تورتيا الذرة أو القمح مع الفاصوليا، زبدة الفول السوداني على الخبز ، أطباق من الأرز الهندي والدال (نوع من البقول)، والأطباق الصينية من التوفو والأرز.

البقول و البذور: الفلافل، فول الصويا واليقطين، أو حبوب السمسم ، الحمص في منطقة الشرق الأوسط (فول garbanzo وبذور السمسم) أو الطحينة.

الحبوب والألبان : معكرونة القمح الكامل والجبن، الزبادي والكعك متعدد الحبوب، الحبوب والحليب، شطيرة الجبن مع خبز الحبوب الكاملة.

أعدت بمجموعة متنوعة من الأعشاب والتوابل، فمثل هذه الأطباق يمكن أن تزود بالمواد الغذائية اللازمة وتحسن الأكل.

الفوائد والمخاطر الصحية

كان هناك الكثير من المناقشات الساخنة حول مدى ملائمة النظم الغذائية النباتية. وقد وجدت الدراسات أن الأفراد الذين يتبعون نظاماً غذائياً نباتياً يحصلون على مدخول غير كافٍ من مختلف العناصر الغذائية، بما فيها البروتين، الكالسيوم، الفوسفور، الزنك، السيلنيوم، فيتامين د، وفيتامين ب١٢ ، والريبوفلافين. وهناك ما يبرر المخاوف الإضافية في الدراسات التي وجدت خفض تصنيع بروتين الألبومين داخل الجسم، وانخفاضاً في مخازن الحديد عند الرجال و النساء بعد النظم الغذائية النباتية [8,7].

غير أن الدراسات نفسها أشارت إلى أن ارتفاع استهلاك الخضروات، البقول، والألياف يخفض استهلاك السكريات المكررة، الدهون المشبعة، والكوليسترول، عند استعراض واسع النطاق لآثار النظام الغذائي النباتي في مختلف الظروف الطبية، وقد خلص الباحثون إلى أن " التدخل في النظام الغذائي مع الغذاء النباتي يبدو أنه الحل الرخيص، الفسيولوجي، والآمن لنهج الوقاية وإمكانية الإدارة لنمط الحياة والأمراض الحديثة " [9] . أما عن الأمراض الإيجابية المرتبطة، فقد كان هناك: مرض السكري، أمراض القلب والأوعية الدموية، السكتة الدماغية،

الخرف ،البقعة الصفراء المتحللة المرتبطة بالسن ،أمراض القناة الهضمية ، والسرطان. والآلية الوقائية في العمل بالنظام الغذائي النباتي، مثل مورداً غنياً للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية والعديدة ، الألياف، الكربوهيدرات المعقدة، مضادات الأكسدة، والحد من الدهون المشبعة. إن جني فوائد النظام الغذاء النباتي، الغذاء المتوازن الجيد من مجموعة متنوعة من الأطعمة أمر ضروري.

الشكل رقم (٤,٤). الهرم الغذائي لفئة النباتيين *Lacto - ovo*

(From Messina Vand others: Anew food guide for North American vegetarians, *J Am Diet Assoc* 103(6):771-775, 2003. Copyright American Dietetic Association.)

obeikandl.com

الرابطة الأمريكية للحمية وأخصائيو الحميات في كندا أفادوا أن "التخطيط النباتي الجيد، lactovegetarian ، وlacto-ovo - النظم الغذائية النباتية مناسبة بالنسبة لجميع مراحل دورة الحياة ، بما في ذلك الحمل والرضاعة"[٩].

هضم البروتينات

الفم

يأتي الشكل الأساسي للامتصاص بعد أكل البروتينات - لأن هذه هي البروتينات كبيرة ومعقدة الهياكل - لا بد من هدمها لتنتج الأحماض الأمينية الفردية، ويتم هذا عن طريق العمليات المتتالية في القناة الهضمية بفعل العمليات الكيميائية والميكانيكية أثناء الهضم. الهدم الميكانيكي للبروتينات في الغذاء يحدث بفعل عملية المضغ في الفم. حيث تختلط جزيئات الغذاء باللعاب، ومن ثم تمرر إلى المعدة على شكل كتلة شبه صلبة.

المعدة

لأن البروتينات كبيرة الحجم، وذات جزيئات معقدة، فإن سلسلة من الإنزيمات تكون ضرورية لهدمها لتنتج الأحماض الأمينية الفردية ، بما يمثل الشكل الأساسي للامتصاص. وخلافاً للإنزيمات اللازمة لهضم الكربوهيدرات والدهون، جميع الإنزيمات المشاركة في هضم البروتين (البروتيازات)، حيث يتم تخزينها بشكل خامل وتدعى zymogens. Zymogens ، ويتم تنشيطها عند الحاجة.

والبشر لا يستطيعون تخزين الإنزيمات اللازمة لهضم البروتينات بشكلها النشط، ولا حتى في الخلايا والأعضاء (المكونة من البروتينات الهيكلية) التي تنتجها وتخزنها، فضلاً عن أنه يمكن هضمها كذلك.

يبدأ هضم البروتينات الكيميائي في المعدة. وفي الواقع ، فإن وظيفة الهضم الكبيرة الشاملة في المعدة تمثل المرحلة الأولى في التحطيم الإنزيمي للبروتينات. والعوامل الثلاثة التالية في الإفرازات الهضمية تساعد في هذه المهمة.

البيبسين

البيبسين إنزيم هضمي رئيس، خصوصاً تجاه البروتينات. ويفرز هذا الإنزيم بداية من خلايا في جدار المعدة بشكل غير نشط يسمى بيبسينوجين. ويقوم حامض الهيدروكلوريك الموجود في العصارة الهضمية بتحويله إلى الشكل النشط البيبسين. ويبدأ إنزيم البيبسين النشط بهدم سلاسل الأحماض الأمينية الكبيرة في البروتينات لينتج عن ذلك ما يدعى *بالبيبتيدات*. وفي حال بقاء البروتين في المعدة مدة أطول، يقوم البيبسين بزيادة هدم ؛ لينتج عن ذلك أحماض أمينية فردية. ومع تفريغ المعدة الطبيعي، يُكمِّل البيبسين المرحلة الأولى من التحطيم.

حامض الهيدروكلوريك

يوفر حامض الهيدروكلوريك الوسط الحامضي اللازم لتحويل البيبسينوجين للبيبسين النشط. ويبدأ حامض الهيدرو كلوريك - أيضاً- بتبديل طبيعة سلاسل البروتين المعقدة وفرد هياكلها، ويكشف هذا الفرد في الهيكل الأحماض الأمينية للإنزيمات المتاحة لمزيد من العمل.

proenzyme : هو السليفة الخاملة (السلف: المضمون الذي تصنع منه مادة أخرى)، وهو الذي يتحول إلى الشكل النشط من الإنزيم بواسطة مادة الحامض ، أو الإنزيم الآخر ، أو وسائل أخرى تدعى zymogen.

البيبسين (Gr. pepsis ، الهضم) هو إنزيم هضمي رئيس ، خصوصاً تجاه البروتينات. ويبدأ بهدم جزيئات البروتين الكبيرة إلى في جزيئات أقصر سلسلة تسمى ببتيدات عديدة؛ وحامض الهيدروكلوريك في المعدة ضروري لتفعيلها.

الرينين

الإنزيم الهضمي الرينين موجود فقط في مرحلة الرضاعة والطفولة، وهو ذو أهمية خاصة في هضم الحليب لدى الرضع. ويعمل الرينين والكالسيوم على الكازين في الحليب لإنتاج التخثر. والتخثير للحليب في شكل أكثر صلابة، يمنع الرينين المواد الغذائية بالمرور بسرعة في معدة الرضيع إلى الأمعاء الدقيقة.

الأمعاء الدقيقة

يبدأ هضم البروتينات في الوسط الحامضي في المعدة، ويُستكمل في الوسط القلوي في الأمعاء الدقيقة، وتشارك في ذلك الإنزيمات بالإفرازات في كل من البنكرياس والأمعاء.

إفرازات البنكرياس

الإنزيمات الثلاثة التالية التي ينتجها البنكرياس تواصل هدم البروتينات إلى أبسط وأسهل المواد :

١- **التربسين** ، يُفرز ـ أولاً ـ خاملاً (الترببسينوجين)، ثم ينشط بواسطة الإنزيم إنتيروكينيز الذي يُفرز من خلايا الأمعاء عند الاتصال مع دخول الطعام إلى الاثنى عشر(القسم الأول من الأمعاء الدقيقة). ويعمل التربسين النشط على البروتينات والببتيدات العديدة القادمة من المعدة. وينتج هذا العمل الإنزيمي الببتيدات العديدة الصغيرة والببتيدات الثنائية.

٢- **الكيموتريبسين**، يُفرز ـ أولاً ـ خاملاً (الكيموتريبسينوجين)، وينشط بفعل التربسين الموجود أصلاً. والإنزيم النشط يواصل عملية تحطيم البروتين نفسها بفعل التربسين نفسه.

٣- **كاربوكسي ببتيداز**، يهاجم نهايات الحامض (الكاربوكسيل) في سلاسل الببتيدات، لتنتج الببتيدات الصغيرة وبعض الأحماض الأمينية الحرة. يُفرز إنزيم كاربوكسي ببتيداز ـ أولاً ـ كإنزيم خامل (برو كاربوكسي ببتيداز)، وينشط بفعل التربسين.

الإفرازات المعوية

تنتج الغدد في جدار الأمعاء اثنين آخرين من الإنزيمات القادرة على هدم البروتين كاملاً لتنتج الأحماض الأمينية:

١- **أمينوببتيداز** يهاجم نهايات النيتروجين (أمينو) في سلاسل الببتيدات، لينتج عن ذلك الأحماض الأمينية في وقت واحد ، إنتاج الببتيدات والأحماض الأمينية الحرة.

٢- **دايببتيداز**، الإنزيم النهائي في نظام هدم البروتين، يكمل المهمة الكبيرة عن طريق هدم ما تبقى من الببتيدات الثنائية إلى اثنين من الأحماض الأمينية الحرة.

وهذا النظام الدقيق المنسق لتحطيم للبروتينات الكبيرة المعقدة إلى بروتينات أصغر تدريجياً "سلاسل ببتيدات" تسمح عن كل من الأحماض الأمينية، وهي المهمة الهائلة الشاملة. وقد أصبحت الأحماض الأمينية الحرة الآن جاهزة للامتصاص مباشرة إلى البوابة الدموية لاستخدامها في بناء أنسجة الجسم. ويلخص هذا النظام الرائع لهضم البروتين في الجدول رقم (٤,١).

الجدول رقم (٤,١). ملخص هضم البروتينات.

العضو	الإنزيم			الفعل الهضمي
	سليفة غير نشطة	منشط	إنزيم نشط	
الفم المعدة (وسط حامضي)	البيسينوجين	حامض الهيدروكلوريك	- - - - البيسين الينين (في الرضع) (الكالسيوم ضروري للتنشيط).	ميكانيكياً فقط بروتينات ← ببتيدات عديدة كازيين ← حليب مخثر
الأمعاء (وسط قلوي) إفرازات البنكرياس	الترييسينوجين	إينتيروكيناز	الترييسين	بروتينات، ببتيدات عديدة ← ببتيدات ثنائية و عديدة ←
	الكيموترييسينوجين	الترييسين	الكيموترييسين	بروتينات، ببتيدات عديدة ببتيدات ثنائية و عديدة ببتيدات عديدة ←
	البروكاربوكسي ببتيداز	الترييسين	الكاربوكسي ببتيداز	ببتيدات بسيطة، ثنائية و أحماض أمينية
إفرازات الأمعاء				ببتيدات عديدة ← ببتيدات، ببتيدات ثنائية وأحماض أمينية بروتينات، ببتيدات عديدة ببتيدات ثنائية ← و أحماض أمينية

حاجات الجسم للبروتين

الاحتياجات من البروتين :عوامل التأثير

تؤثر العوامل الثلاثة التالية على احتياجنا للبروتين: (١) حاجات نمو الأنسجة، (٢) الجودة الغذائية من البروتين، و(٣) الاحتياجات الإضافية بسبب الاعتلال أو المرض.

الرينين تخثير الحليب من عصارة المعدة في الرضع وصغار الحيوانات، مثل العجول. ويجب عدم الخلط مع إنزيم الرينين، وهو من الإنزيمات الهامة التي ينتجها الكلى، والذي يقوم بدور حيوي في إنتاج الأنجيوتينسين، والمقبض القوي للأوعية، والمحفز لإفراز هرمون الألدوستيرون من الغدد المتاخمة للكظرية.

التربـــــين (Gr. trypein ، لفرك ؛ pepsis ، الهضم) إنزيم هدم البروتينات، يُفرز ـ أولاً ـ خاملاً (الترييسينوجين) في البنكرياس، ثم يُنشط ويعمل في الأمعاء الدقيقة لهدم البروتينات إلى سلسلة أقصر من الببتيدات الثنائية والعديدة.

الكيموتريبـــين (trypein ؛ semifluid food digestion Gr. Chymos)إنزيم هدم البروتينات، يُفرز ـ أولاً ـ خاملاً (الكيموتريبسينوجين) في البنكرياس، ثم يُنشط ويعمل في الأمعاء الدقيقة لهدم البروتينات إلى سلسلة أقصر من الببتيدات الثنائية والعديدة.

الكاربوكسي ببتيداز (L. *carbo-*, carbon; *o,ry,* oxygen)إنزيم محدد لهدم البروتينات ، يُفرز ـ أولاً ـ خاملاً (البروكاربوكسي ببتيداز) في البنكرياس، ثم يُنشط بفعل الريبسين، ويعمل في الأمعاء الدقيقة لهدم نهايات الحامض (carboxyl ، COOH) في سلسلة الببتيد، وإنتاج سلاسل أصغر من الببتيد والأحماض الأمينية الحرة.

أمينوببتيداز إنزيم محدد لهدم البروتينات، يُفرز من غدد صغيرة في جدران الأمعاء الدقيقة، ويهاجم نهايات النيتروجين (أمينو) في سلسلة الببتيد، وينتج سلاسل أصغر من الببتيد والأحماض الأمينية الحرة.

دايببتيداز هو الإنزيم النهائي في نظام هدم البروتين، ينتج آخر اثنين من الأحماض الأمينية الحرة.

نمو الأنسجة

خلال فترات النمو السريع لدورة حياة الإنسان ، فإن المزيد من البروتين لكل وحدة من حجم الجسم تكون ضرورية لبناء أنسجة جديدة ، فضلاً عن الحفاظ على هذا النسيج. ويكون نمو الإنسان سريعاً للغاية خلال الفترات التالية: نمو الجنين أثناء حمل الأم ، ونمو الرضع خلال السنة الأولى من الحياة، بالإضافة إلى الاحتياجات من الرضاعة الطبيعية للأم، والمراهق في فترة النمو والتطور، وحتى سن البلوغ. وفترة الطفولة المبكرة وقت يتواصل

فيها النمو، ولكن بمعدل أبطأ بعض الشيء. وبالنسبة للكبار، فإن الاحتياجات من البروتين تستقر لتلبية احتياجات صيانة الأنسجة، ولكن قد تختلف هذه الاحتياجات الفردية.

جودة البروتين في النظام الغذائي

تؤثر طبيعة الأطعمة البروتينية التي تُؤكل، ونمط الأحماض الأمينية فيها تأثيراً كبيرا على نوعية جيدة من البروتين الغذائي. إن ما يكفي من الطاقة المأخوذة من السعرات الحرارية ـ خاصة من الأطعمة غير المحتوية على بروتين — ضروري – أيضاً– للحفاظ على البروتين لبناء الأنسجة. وأخيراً، فالهضم وامتصاص البروتين المستهلك يتأثر مقارنة بتعقيد تكوينها، وكذلك الإعداد والطهي. والمقارنة النوعية للأغذية البروتينية قد تُحدد عن طريق التدابير الأساسية الأربعة التالية :

١- السجل الكيميائي (CS) هو قيمة مستمدة من نمط الأحماض الأمينية في الغذاء. باستخدام غذاء بروتيني ذي جودة عالية، مثل البيض، ويعطيها قيمة ١٠٠ ، بالمقارنة مع غيرها من الأطعمة ، وفقاً لنسب الأحماض الأمينية.

٢- القيمة البيولوجية (BV) على أساس توازن النيتروجين.

٣- صافي استخدام البروتين (NPU) على أساس بيولوجي، ومدى قابلية بروتين الغذاء للهضم.

٤- نسبة كفاءة البروتين (PER) على أساس زيادة الوزن في التجارب الحيوانية بالنسبة لبروتين المدخول.

يقارن الجدول رقم (٤,٢) بين مختلف البروتين الغذائي القائم على العشرات من هذه التدابير على نوعية البروتين. وكما يتضح من الجدول، فإن بروتينات البيض والحليب توجد بجميع القوائم. إن نوعية وقابلية هضم معظم البروتينات النباتية أقل بكثير من البروتينات الحيوانية ؛ ولذلك فإن الاحتياجات الغذائية من البروتين من قِبل vegans الذين يعتمدون – فقط– على الأغذية النباتية للبروتين قد تكون أعلى من غير النباتيين [٩]. وبعبارة أخرى، فإن البروتين الذي تقدمه منتجات القمح الكامل – فقط– حوالي نصف متوافر بيولوجياً، مقارنة ببروتين البيض، إضافة إلى ضعف البروتينات المأخوذة من منتجات القمح الكامل مما سيتعين أن تؤكل للحصول على الكمية نفسها من البروتين الصالح للاستعمال.

وبغض النظر عن الميول التغذوية للأغذية البروتينية، فإن النظام الغذائي السليم يُعدُّ أفضل وسيلة يستطيع الجسم السليم الحصول من خلالها على جودة البروتين. وليس هناك ضرورة لتعاطي الأحماض الأمينية المعززة.

الاعتلال أو المرض

الاعتلال أو المرض، وخصوصاً عندما يقترن بارتفاع في درجة الحرارة، وزيادة تفكك النسيج (الهدم)، وزيادة حاجة الجسم للبروتين والسعرات الحرارية يتطلب إعادة بناء الأنسجة لتلبية مطالب زيادة معدل الأيض.

والإصابة بجرح مؤلم تتطلب إعادة بناء واسعة للأنسجة. وبعد الجراحة، هناك حاجة إضافية من البروتين لالتئام الجروح واستعادة الخسائر. إن اعتلال النسيج الواسع النطاق، الذي يحدث مع الحروق الواسعة النطاق، يتطلب زيادة البروتين لتضميد الجراح، إضافة لعمليات الترقيع النسيجي.

الجدول رقم (٤,١). ملخص هضم البروتينات.

نوع الغذاء	السجل الكيميائي*	القيمة البيولوجية (BV)	صافي استخدام البروتين (NPU)	نسبة كفاءة البروتين (PER)
البيض	١٠٠	١٠٠	٩٤	٣,٩٢
حليب الأبقار	٩٥	٩٣	٨٢	٣,٠٩
الأسماك	٧١	٧٦	- -	٣,٥٥
لحم الأبقار	٦٩	٧٤	٦٧	٢,٣٠
الأرز الكامل	٦٧	٨٦	٥٩	- -
الفستق	٦٥	٥٥	٥٥	١,٦٥
الشوفان	٥٧	٦٥	- -	٢,١٩
الأرز المنقى	٥٧	٦٤	٥٧	٢,١٨
القمح الكامل	٥٣	٦٥	٤٩	١,٥٣
الذرة	٤٩	٧٢	٣٦	- -
حبوب الصويا	٤٧	٧٣	٦١	٢,٣٢
بذور السمسم	٤٢	٦٢	٥٣	١,٧٧
البازلاء	٣٧	٦٤	٥٥	١,٥٧

* حامض أميني.

Data modified from Guthrie H: *Introductory nutrition*, ed 6, New York, 1986, McGraw-Hill; and Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: Recommended *dietary allowances*, ed 10, Washington, DC, 1989, National Academies Press.

obeikandl.com

زيادة التغذية أو نقصها

وكما هو الحال مع أيٍّ من المواد المغذية، فإن الاعتدال والتوازن هما مفتاحا الصحة. ويمكن أن تسبب البروتينات الغذائية مشاكل كثيرة أو قليلة جداً لوظائف الجسم بالكامل.

نقص تغذية طاقة البروتين

يمكن أن يحدث نقص تغذية طاقة البروتين (PEM) في العديد من الحالات. وتوجد أشد الحالات في البلدان غير الصناعية، حيث إن هناك نقصاً ليس في الأغذية الفقيرة البروتين فحسب، وإنما في كل الأغذية. والأطفال هم الأكثر عرضة لخطر الإصابة بنقص تغذية طاقة البروتين، لما لها من دور أساسي لتلبية احتياجات النمو السريع والتطور خلال هذه الفترة العمرية، فضلاً عن أنها يمكن أن تؤثر على أي شخص في أي عمر. إن الأشخاص ذوي المدخول الغذائي الفقير، مثل كبار السن أو المرضى الذين يعانون اضطرابات الطعام، قد يعانون خطر الإصابة بنقص تغذية طاقة البروتين كذلك. وهولا يحدث دون وجود نقص عام في الطاقة. وبالرغم من ذلك، فإن الأفراد ذوي الاحتياجات العالية من البروتين خلال حدوث عدوى جرثومية أو مرض، مثل الإيدز، والسرطان، وفشل الكبد - في بعض الأحيان - قد يكونون ضحايا لخطر الإصابة بنقص تغذية طاقة البروتين، رغم ما يبدو من توفر مدخول كافٍ من إجمالي استهلاك الطاقة. وكما ذكر، فقد الكثير من البروتين يؤثر على وظائف حساسة في الجسم. وهكذا فإن للنقص الغذائي عواقب متعددة تتصل مباشرة بهذه المهام.

الجسم لا يستطيع تصنيع ما يحتاجه من البروتينات البيكلية (العضلات)، أو الوظيفية: (الإنزيمات، الأجسام المضادة، الهرمونات، وغير ذلك) دون لبنات البناء الأحماض الأمينية.

ويوجد هناك اثنان من الأشكال الحادة نتيجة الإصابة بنقص تغذية طاقة البروتين، هما مرض نقص الغذاء (كواشركور)، والسغل. إن خصوصية كل شكل من هذه الأمراض مختلف، على النحو المبين أدناه. ويعتقد أن مرض نقص الغذاء ناتج عن نقص حاد في البروتين، في حين أن السغل ناتج عن قصور مزمن. والنهاية الحتمية لكلا الشكلين هو توقف النمو، وضعف النظام المناعي، وفقر التطور الجسدي.

مرض نقص الغذاء: شائع في الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ١٨ و ٢٤ شهراً، والذين اعتمدوا في تغذيتهم على حليب الأم طوال حياتهم، وبعد ذلك فطموا بسرعة، بسبب مولد أحد الإخوان الأصغر سناً، حيث هناك تحول من حيث التغذية المتوازنة على حليب الأم إلى نظام غذائي ضعيف معظمه من الكربوهيدرات مع البروتينات قليلة. إن مصطلح نقص الغذاء مشتق من كلمة غانية تشير إلى المرض الذي يُودي بحياة الطفل الأول عند ولادة الطفل الثاني. ويمكن للأطفال أخذ ما يكفي من مجموع السعرات الحرارية، ولكن لا يوجد ما يكفي من السعرات الحرارية من مصادر البروتين. خصائص نقص الغذاء تشمل وذمة في القدمين والساقين، البطن المتضخمة؛

وهذه الأعراض ناتجة عن نقص البروتين في الدم ؛ للإبقاء على توازن السوائل ونقل الدهون بعيداً عن الكبد.

السغل: الأفراد الذين يعانون من هذا المرض لديهم مظهروبنية ضعيفة، مع القليل من الدهون في الجسم. وهذا هو الشكل المزمن من أشكال نقص البروتين الأساسي والطاقة- المجاعة. إن توقف النمو وتطوره يكون حاداً مع هذا النوع من نقص الغذاء. والسغل يؤثر بنسبة أكبر على الأفراد من جميع الأعمار الذين يعانون من عدم كفاية مصادر الغذاء.

المزيد من التركيز

الثمن الباهظ المترتب على الحمية الغذائية ذات البروتين العالي.

استهلاك الفرد من البروتين ما زال في ازدياد ، جنباً إلى جانب مع مجموع السعرات الحرارية. وفي الولايات المتحدة نجد أن استهلاك الفرد الواحد يومياً من السعرات الحرارية، وعدد الغرامات من البروتين قد ارتفع من ٣٣٠٠ سعر حراري، و ٩٦ جم من البروتين إلى ٣٨٠٠ سعر حراري و ١١١ جم من البروتين، على التوالي، في الفترة من ١٩٧٠م إلى ١٩٩٩م*.

وليس من قبيل الصدفة، أن لوحظ ارتباط زيادة الوزن والمخاطر الصحية بالسمنة: (أمراض القلب، السكري، ارتفاع ضغط الدم، وبعض أشكال السرطان، إلخ..). باعتبارها نتيجة لذلك، فـ٦٣.٩ ٪ من الرجال و٧٨ ٪ من النساء يحاولون جاهدين فقدان الوزن أو الحفاظ على معدل وزن ثابت+. ليس المتخصصون في الرعاية الصحية معنيين فقط بارتفاع معدل البدانة في هذا البلد، وإنما أيضاً معنيين بالأساليب التي يتخذها الناس لمكافحتها. وفي مسح شمل به أكثر من ١٠٠٠٠٠ شخص، معظمهم يحاولون إنقاص أوزانهم لا يستخدمون ما يُوصى به من طرق لفقدان الوزن، وذلك عن طريق الحد من السعرات الحرارية وزيادة النشاط البدني+.

العالي البروتين واحد من أكثر النظم الغذائية شعبية، وهو المنخفض الكربوهيدرات. ومثل هذا النظام الغذائي قد لا يكون ضاراً بالنسبة لمعظم الناس، ولكن لا توجد - حالياً- دراسات عن سلامتهم على المدى الطويل.

ومن جهة أخرى، فهناك دراسات تربط بين الإفراط في تناول البروتين والعديد من المخاطر الصحية: (زيادة الكولسترول في الدم، زيادة حمض اليوريك، زيادة فقدان الكالسيوم، إلخ..)‡.

تحتوي الوجبات عالية البروتين على أعلى إجمالي من الدهون، والدهون المشبعة، والكوليسترول. إن فقدان

الوزن الأولي المرتبط بزيادة البروتين والدهون في النظام الغذائي، يسببها استحثاث الكيتوزية الأيضية، وكذلك السوائل المفقودة من نقص الكربوهيدرات‡. وفي نهاية المطاف، تؤدي الكيتوزية الأيضية إلى فقدان الشهية، الأمر الذي يؤدي - في نهاية المطاف - إلى خفض السعرات الحرارية ومن ثم خسارة الوزن.

والنقاش متعلق بشأن الآثار الجانبية للنظام الغذائي. هل من الضروري زيادة استهلاك البروتين، والدهون، والدهون المشبعة، والكوليسترول في الحصول على فقدان الوزن؟

عند تقييم ما يزيد على ١٠٠٠٠ اتباع نظام غذائي للأفراد، وجد الباحثون أن أولئك الذي يتبعون نظاماً غذائيًا عالي الكربوهيدرات لديهم أدنى مستوى لمؤشر كتلة الجسم(BMI): الوزن بالنسبة القياس الطول) وأولئك الذي يتبعون نظامًا غذائيًا منخفض الكربوهيدرات/عالي البروتين لديهم أعلى مستوى لمؤشر كتلة الجسم§. يشير ذلك إلى إن المفتاح لفقدان الوزن ليس موجوداً في الحمية عالية البروتين والدهون. وفي بيان لمهني الرعاية الصحية من لجنة التغذية التابعة للمجلس المعني بالتغذية، النشاط البدني، والأيض لجمعية القلب الأمريكية، حيث خلص الباحثون إلى أن "الوجبات عالية البروتين غير موصى بها؛ لأنها تحدُّ من الأطعمة الصحية التي توفر المواد الغذائية الأساسية، هذا بالإضافة إلى عدم توفر المواد الغذائية المتنوعة اللازمة لتلبية كافية الاحتياجات الغذائية".‡

---

*Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Briefing Room: Diet and health: food consumption and nutrient intake tables ; Washington, DC, (accessed November 2002), ERS/USDA *[http://www.ers.usda.gov/briefing/DietAndHealth/data/nutrients]*

+Serdula M. Kand others: Prevalence of attempting weight loss and strategies for controlling weight, *AMA 282:1353,1999.*

‡Sachiko T and others: Dietary protein and weight reduction, Circulation 104 (15):1869,2001.

§ Kennedy ETand others: Popular diets: correlation to health, nutrition and obesity, *J Am Diet Assoc 101 (4):411, 2001.*

المدخول الغذائي الزائد

خلافاً للاعتقاد السائد - على الأقل في بعض بدع النظام الغذائي في الولايات المتحدة - فهناك شيء من هذا القبيل، مثل الكثير جدًّا من البروتين الغذائي. (انظر كذلك مربع مزيد من التركيز، " الثمن الباهظ المترتب على الحمية ذات البروتين العالي"). إن الجسم له حاجة محدودة من البروتين، وبعبارة أخرى، فإذا كان الشخص قد لبى الاحتياجات الغذائية من البروتين، البروتين الإضافي (ينزع منه النيتروجين)، ويخزن على شكل دهون، أو يستخدم كطاقة. الأكل الزائد من البروتين لا يبني العضلات. باستثناء ممارسة التمارين مع ما يكفي من البروتين لدعم النمو، حيث يمكن أن يفعل ذلك. والمشاكل الرئيسة مع النظام الغذائي المثقل بالبروتين هي :

١- إذا كان هذا النظام عالي المحتوى من الدهون المشبعة، فإنه يُعدُّ واحداً من عوامل الخطر المعروفة لأمراض القلب والأوعية الدموية.

٢- إذا كان الشخص يعتمد - بشكل رئيس - على الأغذية البروتينية، فقد يكون هناك القليل من المتسع لتناول الفواكه، والخضراوات، وغيرها من الحبوب الكاملة.

٣- يجب أن تعمل الكلى إضافياً لتخليص الجسم من النيتروجين الزائد.

٤- زيادة البروتين يزيد من فقدان الكالسيوم في العظام، وفي حال عدم كفاية الكالسيوم في المدخول الغذائي، فإن تزويد البروتينات والأحماض الأمينية - في الغالب- تكون غير ضارة، فضلاً عن أنها غير ضرورية في النظام الغذائي المتوازن.

أدلة النظم الغذائية

الكميات الغذائية المرجعية والكمية الغذائية الموصى بها

الكمية الغذائية الموصى بها (RDAs) تواصل لتكوّن الدليل الغذائي الرئيس لاستهلاك البروتين، والتي هي جزء من المعايير للكميات الغذائية المرجعية (DRIs). وعلى غرار التوصيات للكربوهيدرات والدهون، حددت الأكاديمية الوطنية للعلوم DRIs للبروتينات نسبة مئوية لمجموع السعرات الحرارية المستهلكة. فالأطفال والكبار ينبغي أن يحصلوا على ١٠ ٪ إلى ٣٥ ٪ من مجموع السعرات الحرارية من البروتين. وتتعلق الكمية الغذائية الموصى بها بالعمر، والجنس، ووزن "متوسط" الشخص، وتستند على تحليل الدراسات المتاحة لتوازن النيتروجين. وتكون كمية البروتين الموصى به الأعلى عند الولادة، وتخفض بالتدريج في فترة البلوغ.

وقد حددت الكمية الغذائية الموصى بها لكل من الرجل والمرأة ٠.٨ جراماً من البروتين عالي الجودة لكل كيلوغرام من وزن الجسم المرغوب فيه لليوم الواحد (٠.٨ جراماً / كجم من وزن الجسم يوميًّا)[10].

والاحتياجات تكون أعلى للرضع، والنساء الحوامل والمرضعات، وفعليًّا لـvegans.

ولحساب احتياجات البروتين للاستهلاك الفردي ل٢٢٠٠ سعر حراري يوميًّا على أساس التوصية للكميات الغذائية المرجعية - كما ذكر فإن ١٠ ٪ إلى ٣٥ ٪ من مجموع السعرات الحرارية، تؤدي إلى الحسابات التالية :

2200 kcal X 0.10 - 0.35 = 220 - 770 kcal per day From protein ..... (١)

220 -770 kcal ÷4 kcal/g = 55 - 192.5g of protien per day .....(٢)

obeikandi.com

ولحساب الاحتياجات من البروتين لأنثى ذات ٥ و٤" مع وزن مثالي من الجسم (انظر الفصل الخامس عشر) ١٢٠ رطلاً، استنادًا إلى الكمية الغذائية الموصى بها من البروتين ٠.٨ جراماً/ كيلوجرام من وزن الجسم يوميًّا، تؤدي إلى الحسابات التالية :

(١) تحويل الوزن بالرطل إلى كغم (٢.٢ رطلاً = ١ كجم) ، على النحو التالي :

١٢٠رطلاً ÷ ٢.٢ رطلاً / كجم = ٥٤.٥ كجم.

(٢) ٥٤.٥ كجم × ٠.٨ جراماً / كجم = ٤٣.٦ جم من البروتين يوميًّا .

ومن ثم الأنثى ذات ٥ و٤" المستهلكة لـ٢٢٠٠ سعر حراري في اليوم بحد أدنى، ١٠ ٪ من السعرات الحرارية قادمة من البروتين عالي النوعية، سوف تتجاوز الكمية الغذائية الموصى بها من البروتين (٤٣.٦ جم يوميًّا). وتجدر الإشارة إلى أن الكمية الغذائية الموصى بها من المقرر أن تلبي الاحتياجات الغذائية لمعظم الأشخاص الأصحاء. إن الإجهاد البدني الشديد ، مثل الاعتلال، المرض، والجراحة، يمكن أن تزيد من الاحتياجات للبروتين.

أدلة النظم الغذائية للأمريكيين

ليست هناك فوائد معروفة في استهلاك النظام الغذائي ذي المحتوى العالي من البروتين الحيواني، وهو أيضاً يحمل دهون مضافة. ومع ذلك، هناك بعض المخاطر الصحية المحتملة. تتعلق هذه المخاطر ببعض أنواع السرطان، وأمراض القلب التاجية المرتبطة بزيادة الدهون الحيوانية، فقدان الكالسيوم في البول وحصى الكلى، وكذلك القصور الكلوي المزمن. (انظر الفصل الحادي والعشرين) المرتبط بزيادة البروتين. ولذلك فإن المبادئ التوجيهية الغذائية بالنسبة للأمريكيين توصي الأفراد باختيار الأطعمة من كل المجموعات الغذائية الخمس، وفقاً لهرم الدليل الغذائي، وأن تستهلك كميات معتدلة من الأغذية من مجموعة اللحوم والبقوليات. والكميات المعتدلة تساوي اثنتين إلى ثلاث وجبات يوميًّا.

والأمريكيون – عموماً– يتناولون المزيد من البروتين أكثر من اللازم، وخاصة في شكل اللحوم التي تحمل قدراً كبيراً من الدهون الحيوانية. وتخفيض استهلاك اللحوم إلى أجزاء أصغر معتدلة الحجم، قد تكون بديلاً ذا فوائد صحية ؛ للحد من تناول الدهون الحيوانية المشبعة. ويقدم الجدول رقم (٤,٣) مقارنة أجزاء البروتين في الطعام.

الجدول رقم (٤,١). ملخص هضم البروتينات.

الغذاء	الكمية التقريبية	البروتين (جم)
لحوم البقر، شريحة لحم مكعبات.	٤أوقيات مطبوخة.	٢٧,٦
دجاج مقلي.	نصف صدر(٤أوقيات نيئة).	٢٦,٩
دجاج ، دجاجة ، مطهي.	فخذ أو نصف صدر.	٢٦,٥
العجول ، الساق أو الكتف.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٥,٢
الحبش.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٤,٩
لحوم البقر، مدورة.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٤,٧
أوزة، محمصة.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٤,٦
إسكالوب.	٥- ٦ قطع وسط.	٢٣,٨
لحوم البقر، محمصة.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٣,٤
دجاج.	ربع وجبة.	٢٢,٤
ساق خروف.	٣أوقيات مطبوخة.	٢١,٦
تونا.	٣أوقيات مطبوخة.	٢١,٦
القفندر.	٣أوقيات مطبوخة.	٢١
لحوم البقر، همبرغر.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٠,٧
سمك السلمون.	ثلثي كوب.	٢٠,٥
كبد (لحم بقر، عجل).	٣أوقيات مطبوخة.	٢٠,٤
الخدوق.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٠,٢
بطة، محمصة.	٣أوقيات مطبوخة.	٢٠
بيرجر صويا.	قطيرة واحدة.	١٨
العدس.	كوب واحد.	١٧,٨
اللوبياء.	كوب واحد.	١٥,٣
الفار.	٦ قطع وسط.	١٥,١
الجبن الأبيض.	٤ أوقيات.	١٤
الزبادي.	كوب واحد.	١٤
بذور الصويا المحمصة.	ثلاث ملاعق شاي.	١٠
التوفو.	نصف كوب.	١٠
الحليب.	كوب واحد.	٨,٥
زبدة الفول السوداني.	ملعقتا شاي.	٨
جبنة الشيدر الأميركية.	أوقية واحدة.	٧
حليب الصويا.	كوب واحد.	٦,٧
البيض.	حبة متوسطة الحجم.	٦,٣

obeikandl.com

الخلاصة

توفر البروتينات وحدات بناء الأنسجة الابتدائية لجسم الإنسان والأحماض الأمينية. ومن ضمن الأحماض الأمينية العشرين يوجد تسعة لا غنى عنها في النظام الغذائي ؛ لأن الجسم لا يستطيع صنعها عدا الأحماض الأمينية الـ١١ المتبقية. والمواد الغذائية التي تورد جميع الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها تدعى البروتينات الكاملة. ومعظم هذه الأغذية ذات أصل حيواني، مثل: البيض، الحليب، الجبن، واللحوم. أما بروتينات الأطعمة النباتية، مثل: الحبوب، البقول، المكسرات، البذور، الخضار، والفاكهة فتعد غير مكتملة البروتينات، بسبب أنها تفتقر إلى واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها.

ويستثنى من ذلك بروتين فول الصويا، وهو من أصل نباتي، ويوفر البروتين الكامل. ويعتمد استخدام النظام الغذائي النباتي الصارم – فقط– على البروتينات النباتية، لكن غيرها من النظم الغذائية النباتية يمكن أن تشمل منتجات الألبان، والبيض، وأحياناً الأسماك.

ويحدث التغيير المستمر لبروتين النسيج بين بناء الأنسجة (عملية البناء) ، وهدم النسيج (عملية الهدم).

ويساعد ما يكفي من البروتين الغذائي والاحتياطي من "مجمع" الأحماض الأمينية على الحفاظ على هذا التوازن من البروتين. كما أن توازن النيتروجين يعد مقياساً للتوازن الشامل في البروتين.

إن النظام الغذائي المختلط بمجموعة متنوعة من الأطعمة ، مع ما يكفي من السعرات الحرارية من غير البروتينات من وقود المواد الغذائية الأساسية، يمد الجسم بما يلزم من البروتين و المواد المغذية الأخرى المتوازنة، إلا في حال استخدام النظام الغذائي النباتي الصارم من قبل النباتيين (vegans)، حيث يحدث خطر عدم توازن البروتين الغذائي وغيره من أوجه القصور في المواد المغذية، مثل الحديد، والزنك، الكالسيوم، وفيتامين ب١٢ .

وبعد تناول الأغذية البروتينية، يوجد فريق قوي في الجهاز الهضمي مكون من ستة من الإنزيمات القادرة على هدم البروتين، وتحرير الأحماض الأمينية الفريدة للقيام بالمهام الضرورية لبناء الأنسجة الحيوية. وتتأثر الاحتياجات من البروتين ـ أساساً ـ بمتطلبات النمو وطبيعة النظام الغذائي من حيث جودة البروتين واستهلاك الطاقة. وتشمل التأثيرات السريرية على الاحتياجات من البروتين: الحمى، المرض، الجراحة، أو غيرها من الصدمات التي تتعرض لها أنسجة الجسم.

أسئلة التفكير النقدي

١- ما الفرق بين الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها، وتلك التي يمكن الاستغناء عنها؟ ولماذا هذا الفرق مهم؟

٢- قارن الأغذية البروتينية الكاملة وغير الكاملة مع إعطاء أمثلة لكل منها.

٣- صف أنواع مختلفة من النظم الغذائية النباتية ثم قارن بين كل منها من حيث جودة البروتين ومخاطر نقص العناصر الغذائية.

٤- صف العوامل التي تؤثر على احتياجات البروتين.

أسئلة التحدي في الفصل

صح أم خطأ

اكتب الجملة الصحيحة لكل بند من البنود في حال كانت الإجابة "خطأ".

١- صح أم خطأ : البروتينات الكاملة ذات القيمة البيولوجية العالية موجودة في الحبوب الكاملة، والفاصوليا المجففة، والبازلاء، والمكسرات.

٢- صح أم خطأ: الوظيفة الأساسية للبروتين الغذائي هي التزويد بالأحماض الأمينية الضرورية لبناء أنسجة الجسم وإصلاحها.

٣- صح أم خطأ: البروتين يوفر مصدراً رئيساً لحرارة الجسم و الطاقة للعضلات.

٤- صح أم خطأ: معدل نظام الحمية الأمريكي يحتوي على كمية صغيرة نسبيًا من البروتين.

٥- صح أم غير خطأ : الرضع وصغار الأطفال بحاجة إلى أقل كمية من البروتين لكل وحدة وزن من الجسم أقل من البالغين.

٦- صح أم خطأ: في سن الشيخوخة، تنخفض الحاجة للبروتين بسبب انخفاض النشاط البدني.

٧- صح أم خطأ: الأصحاء البالغون يكونون في حالة من توازن النيتروجين.

٨- صح أم خطأ: الإيجابية في توازن النيتروجين توجد خلال فترات النمو السريع (على سبيل المثال، في سن الرضاعة و المراهقة).

٩- صح أم خطأ: في حال تواجد توازن سلبي من النيتروجين، يكون الفرد أقل قدرة على مقاومة العدوى وتدهور الصحة العامة.

١٠- صح أم خطأ: بروتين البيض يحوي أعلى قيمة بيولوجية من بروتين اللحوم.

obeikandl.com

اختيار من متعدد

١- تسعة من الأحماض الأمينية الـ ٢٠ " لا غنى عنها " ؛ مما يعني أن

أ) الجسم لا يمكنه أن يصنعها، ويجب الحصول عليها من النظام الغذائي.

ب) أنها لا غنى عنها في العمليات الحيوية داخل الجسم، والبقية ليست كذلك.

ج) الجسم يصنعها؛ لأنها ضرورية للحياة.

د) بعد تصنيعها، يستخدمها الجسم في النمو.

٢- الغذاء ذو البروتين الكامل عالي القيمة الحيوية يحتوي على

أ) كل الأحماض الأمينية الـ ٢٠ بكميات كافية لتلبية الاحتياجات البشرية.

ب) تسعة من الأحماض الأمينية التي لا غنى عنها في أي نسبة؛ لأن الجسم يمكنه دائماً تعويض ما يلزم عند الحاجة.

ج) كل الأحماض الأمينية الـ ٢٠، التي يمكن للجسم عن طريقها تلبية ما يحتاجه من تلك التسعة التي لا غنى عنها بكميات إضافية، حسب الحاجة.

د) كل الأحماض الأمينية التسعة التي لا غنى عنها بنسبها الصحيحة لتلبية الاحتياجات البشرية.

٣- الحالة من التوازن السلبي للنيتروجين تحدث خلال فترات

أ) الحمل.

ب) المراهقة.

ج) الإصابة أو التعرض للجراحة.

د) الرضاعة.

يُرجى الرجوع إلى قسم موارد الطلاب فيما يتعلق بهذا النص، قم بزيارة الموقع الإلكتروني "اقتراحات لمزيد من الدراسة".

المراجع

1. Cordes MHJ and others: Evolution of a protein fold in vitro, *Science* 284(5412;Apr 9):325, 1999.

2. Peterson J: Simulations nab protein-folding mistakes, Science *News* 155(Mar 6):150, 1999.

3. Barinaga M: New clues to how proteins link up to run the cell, *Science* 283, (Feb 26):1247, 1999.

4. Mangels AR, Messina V, Melina V: Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: ,vegetarian diets, *J Am Diet Assoc* 103(6):748, 2003.

5. Larsson CL, Johansson GK: Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr* 76(1):100, 2002.

6. Donaldson MS: Metabolic vitamin Bl2 status on mostly raw vegan diet with follow-up using tablets, nutritional yeasts or probiotic supplements, *Ann Nutr Metab* 44:229, 2000.

7. Caso G and others: Albumin synthesis is diminished in men consuming a predominantly vegetarian diet, *J Nutr* 130:528, 2000.

8. Ball MJ, Bartlett MA: Dietary intake and iron status of Australian vegetarian women, *Am J Clin Nutr* 70(3):353, 1999.

9. Segasothy M and Phillips PA: Vegetarian diet: panacea for modem lifestyle diseases? J *Med* 92:531, 1999.

10. Food and Nutrition Board, Institute of Medicinc: *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids,* Washington, DC, 2002, National Academics Press.

مراجع إضافية

* Food and Nutrition Information Center: *www.nal.usda.gov/fnic/etext/OOOO58. html.*

* North American Vegetarian Society: *www.navs-online.org/*

* Vegetarian Resource Group: *www.vrg.org/*

* Vegetarian Nutrition Dietetic Practice Group: *www.vegetariannutrition.net/*

The preceding organizations provide a good source of information about vegetarian diets

* Messina V and others: A new food guide for North American vegetarians, *J* Am *Diet Assoc* 103(6): 771, 2003.

The *authors design and explain a new Food Guide Pyramid appropriate for vegetarians. This article reviews the nutrient needs from each food group and the best sources for achieving nutritional balance. A great resource for vegetarians.*

* Lemon PW: Beyond the zone: protein needs of active individuals. *J* Am *Coll Nutr* 19(5suppl):513S, 2000.

Lemon explores the controversy surrounding the protein needs of athletes. Are protein supplements warranted? He *also examines the factors affecting dietary protein needs.*

obeikandl.com