الفصل 7

التغذية غير المعوية (التغذية بالحقن) Parenteral Nutrition

مقدمة

يُقصَد بالتغذية غير المعوية إيصال العناصر الغذائية إلى الدم مباشرة، عن طريق الحقن بالأوردة، من دون المرور بالأمعاء. وتُستخدَم هذه الطريقة في حال عدم قدرة المريض على الأكل، أو ضعف عملية الامتصاص في الأمعاء. وهي تُناسب بعض المرضى الذين يخضعون لعمليات جراحية كبرى، أو يصابون بحروق أو جروح بالغة، ويصحب ذلك متابعة عمل الكليتين، وملاحظة مستوى الإلكتروليتات في الدم.

لا يعطى المريض كميات كبيرة من كلوريد الصوديوم خلال أول 48 ساعة من إجراء العملية الجراحية، وإذا لم يستطع المريض تناول السوائل عن طريق الفم خلال أول 24 ساعة من إجراء العملية، فإنّه يوصى بإضافة عنصر البوتاسيوم إلى المحاليل التي تعطى عن طريق الأوردة. وبعبارة أُخرى، يتعيّن المحافظة على توازن السوائل في الجسم، واتخاذ الإجراءات الوقائية (Prophylaxis)؛ لمنع حدوث استنزاف للعناصر الغذائية في الجسم خلال أول 24 ساعة من إجراء العمليات الجراحية الكبرى (Major Surgery)، أو الإصابة بالحروق، أو الالتهابات، أو إصابة عضو أو نسيج.

يجب أيضاً ملاحظة وظائف الكليتين والفقدان المفرط وغير الطبيعي للسوائل أو الإلكتروليتات، وعمل كل ما هو مناسب. ونظراً إلى زيادة احتمال حدوث احتباس (Retain) للصوديوم والسوائل مباشرة بعد العمليات الجراحية أو إصابة عضو أو نسيج؛ فإنّ المريض لا يعطى كميات كبيرة من كلوريد الصوديوم خلال أول 48 ساعة. أضف إلى ذلك أنّ معدل إفراز البوتاسيوم والنيتروجين في البول يزداد خلال أول (24—48) ساعة، لهذا يجب إضافة البوتاسيوم إلى سوائل المحاليل الأساسية التي تُحقن بالوريد (Basic Intravenous Fluid) في حال عدم قدرة المريض على تناول السوائل بالفم خلال 24 ساعة.

تُستخدَم التغذية غير المعوية أيضاً في حال تراجع قدرة الجهاز الهضمي على هضم العناصر الغذائية وامتصاصها، وفي حال منع المريض من تناول الغذاء مدّة (7—10) أيام بعد المعالجة، وفي حال عدم قدرة المريض على تناول الغذاء بالفم، أو فقدان الشهية للأكل.

ويمكن لاختصاصي التغذية استعمال كلٍّ من التغذية المعوية وغير المعوية معاً، إلّا أنّه يلجأ عادة إلى استخدام التغذية غير المعوية في حال تعذَّر تطبيق التغذية المعوية. وتُستخدَم التغذية غير المعوية غالباً في حال وجود فشل معوي (عدم قدرة الأمعاء على أداء وظائفها) لدى المريض. وقد يكون هذا الفشل حاداً وقابلا للانعكاس Reversible، كما هو الحال عند تكيّف الأمعاء الدقيقة بعد إزالة جزء منها، أو حدوث إغلاق للناسور (Fistula Closes).

توجد عوامل عدّة تُسبِّب الفشل المعوي، منها:

1- ضعف مستوى امتصاص العناصر الغذائية من خلال سطح الأمعاء كما في حالة قصر الأمعاء.

2- الفقدان السريع لمحتويات الأمعاء الداخلية كما في حالة الناسور.

3- حدوث اضطراب في التقلصات اللاإرادية المتعاقبة التي تحدث في جدار الأمعاء لدفع الطعام إلى الأمام (Peristalsis)، كما في حالة الانسداد الكاذب للأمعاء (Intestinal Pseudo—Obstruction)، (العِلَّوص Ileus: وهو مغص شديد مصحوب بالقيء سببه انسداد الأمعاء).

4- إصابة النسيج البرنشيمي الحشوي (Parenchymal Disease) للأمعاء الدقيقة بأحد الأمراض، مثل: مرض كرون (Crohn's)، والتهاب الأمعاء (Radiation Enteritis).

يمكن تغذية المريض تغذية غير معوية إمّا عن طريق الوريد السطحي (Peripheral Vein)، وإمّا عن طريق الوريد المركزي (Central Vein).

ويُفضّل استخدام التغذية غير المعوية عن طريق الوريد المركزي في حال التغذية مدّة طويلة. ويمكن الوقاية من حدوث الالتهابات بإيلاء عملية التطهير (Asepsis) الاهتمام اللازم، واستخدام ضمادات معقّمة (Antiseptic Dressing). وتقدّم العناصر الغذائية إلى المريض في أثناء التغذية غير المعوية من كيس سعته ثلاثة لترات (Three Liter Bag)، يُعبَّأ في الصيدلية في ظروف تعقيم محكمة. ويتم ضبط معدل ضخ العناصر الغذائية باستخدام مضخة خاصة (A Constant Volume Infusion Pump) ملحق بها جرس للتنبيه في حالة دخول الهواء في نظام الضخ، أو حدوث تغيّر في معدل الضخ.

إنّ تقديم ثلاثة لترات يومياً للمريض يُزوِّده بكامل حاجاته من الماء والإلكتروليتات والأحماض الأمينية (البروتين) والطاقة والمعادن الصغرى والفيتامينات. ويحتاج المرضى (في الحالة المستقرة) الذين يعانون فشلاً معوياً إلى نحو 2500 سعر يوميًا، و12 جراماً من النيتروجين بصورة أحماض أمينية متبلورة (Crystalline Amino Acids) في 2500 ملليلتر. أمّا في حال عدم استقرار حالة المريض فتُعدَّل الحمية (Regimen) المذكورة أعلاه، مع زيادة معدل الأيض الهدمي للأنسجة، ووجود بكتيريا مرضية في الدم.

حاجات المريض من العناصر الغذائية في أثناء التغذية غير المعوية

(Nutrients Needs during Parenteral Nutrition)

يُوضِّح الفصل الثالث طريقة حساب حاجات المرضى من السعرات والبروتينات والكربوهيدرات والدهون وغيرها. وهو يتضمن بعض التعديلات الضرورية للحاجات المحسوبة عند تزويد المريض بالعناصر الغذائية باستخدام التغذية غير المعوية. ويُوضِّح الجدول (7—1) العناصر الغذائية الأساسية التي تُنقَل بوساطة الـ (TPN)، والطريقة المستخدمة في التقديم.

1- حاجات الطاقة (السعرات) (Calorie Needs)

يُوضِّح الفصل الثالث طرائق حساب حاجة المريض من الطاقة (السعرات). ويكون مصدر الطاقة في حالة استخدام التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) عن طريق الوريد المركزي، هو الدسكتروز المركّز (3.4 سعر/ جرام).

كما تُعَدّ مستحلبات الدهن (Lipid Emulsions) مصادر مركّزة جداً للطاقة عند استخدام التغذية غير المعوية؛ إذ يُزوِّد ما نسبته 10% من مستحلب الدهن المريض بنحو 1.1 سعر لكل ملليلتر واحد، في حين يُزوِّد 20% منه المريض بنحو سعرين لكل ملليلتر واحد. ويُقدَّم الدهن في حالة (TPN) بوصفه مصدراً إضافياً منفصلاً للطاقة؛ أي إنّ إضافة الدهن يزيد من تركيز السعرات في محلول (TPN). ويمكن للدهون تزويد المريض بنحو 75% من حاجات الطاقة اليومية.

يُذكَر أنّ إضافة كمية قليلة من الدهن تمنع ظهور أعراض نقص الحمض الأميني الأساسي (حمض اللينوليك). ولمنع حدوث أعراض نقص هذا الحمض، تُقدَّم الدهون في الـ (TPN) (2—3) مرّات في الأسبوع. وفي المقابل، فإنّ الأحماض الأمينية التي نقلت من خلال محاليل التغذية غير المعوية لا تُعَدّ مصدراً للطاقة.

2- حاجات البروتين (Protein Needs)

تكون حاجات البروتين مرتفعة جداً في حالات الأيض الشديدة (عمليات الهدم والبناء في الخلايا) ويُوضِّح الفصل الثالث طرائق حساب حاجات المرضى من البروتين، ويوصى أن تكون نسبة السعرات إلى البروتين 150 سعراً لكل جرام بروتين (150 Cal: 1g Protein)، وهذه النسبة تعني أنّ (10—15%) من السعرات (الطاقة) مصدرها البروتين في أثناء مرحلة تهدّم الأنسجة (الأيض الهدمي) (Catabolism).

وبوجه عام، يجب الاعتدال (Moderate) في تناول البروتين، وألّا تزيد الكمية المعطاة على (1—1.2) جرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم لمعظم المرضى. ويجب زيادة هذه الكمية فقط في حالة الشفاء من مرض عُضال، أو في حالة الأيض الهدمي (تهدّم خلايا الجسم الحية Catabolic State). أمّا الرضّع فيحتاجون يومياً إلى نحو جرامين من البروتين لكل كيلوجرام واحد من الوزن المثالي (IBW).

3- حاجات الماء (Water Needs)

تتوقف حاجة المريض من الماء على مدى قدرته على التخلص من الأسموزية العالية. وتُقدَّر الحاجات العادية بنحو 30 ملليلتراً من الماء لكل كيلوجرام من وزن الجسم بالنسبة إلى الشخص البالغ السليم، أو نحو مل/ سعر مقدّم). ويضاف نحو 360 ملليلتراً يومياً لكل درجة مئوية واحدة ترتفع فيها الحرارة. وربّما يحتاج المريض إلى (300—400) ملليلتر ماء في اليوم لأجل السوائل الجديدة داخل الخلايا (Intracellular) إذا بدأت عملية الأيض البنائي (Anabolism)؛ أي عملية أيض المواد الغذائية وتحويلها إلى أنسجة عضلية.

يجب الحدّ من تناول الماء إذا كان حجمه أكثر ممّا ينبغي، وكذلك في حالة انخفاض مستوى الصوديوم في الدم (Hyponatremia). كما يحتاج المريض الذي تعرّض إلى فرط الأسموزية (Hyperosmotic) إلى كمية إضافية من الماء زيادةً عمّا يحتاج إليه يومياً. ويمكن الكشف عن أيض الماء غير الطبيعي بوساطة المتابعة المعملية الدورية، وقياس وزن الجسم.

الجدول (7-1): طريقة إيصال العناصر الغذائية وتكرار ذلك في أثناء التغذية غير المعوية الشاملة (TPN)

العنصر الغذائي	طريقة الإيصال	الوجبة المستخدمة للإيصال	تكرار الاتصال
الماء	الأوردة (IV)	محلول أساس.	يومياً
البروتين (أحماض أمينية)	الأوردة (IV)	أحماض أمينية متبلورة في محلول أساس، أو مزيج ثلاثة في واحد.	يومياً
مصادر الطاقة:			
الكربوهيدرات	الأوردة (IV)	الدكستروز في محلول أساس، أو في مزيج ثلاثة في واحد.	يومياً
الدهون*	الأوردة (IV)	مستحلب الدهن، أو مزيج ثلاثة في واحد.	يومياً
الأحماض الدهنية الأساسية	الأوردة، أو الجلد	مستحلب الدهن، أو مزيج ثلاثة في واحد.	يومياً إلى أسبوعياً
الفيتامنيات:			
(أ) و(د) و(هـ)	الأوردة (IV)	مستحضر الفيتامينات المتعددة (Multivitamin Preparation).	يومياً، أو يوم بعد يوم
مجموعة (ب) المركّبة	الأوردة (IV)	مستحضر الفيتامينات المتعددة (Multivitamin Preparation).	يومياً
(ب12)	الأوردة، أو العضلات (IM)	ب$_{12}$ للحقن B_{12} for injection.	شهرياً، أو يومياً
(ج)	الأوردة (IV)	مستحضر الفيتامينات المتعددة، أو حمض الإسكوربيك.	يومياً
(ك)	العضلات (IM)، أو (SC Injec)	محلول مائي شبه غروي.	يومياً
المعادن:			
P,Ca,Mg,Cl,K,Zn	الأوردة (IV)	تضاف الإلكتروليتات إلى محلول أساس، أو مزيج ثلاثة في واحد.	يومياً
Fe	الأوردة، أو العضلات (IM)	دكستران الحديد (Iron Dextran).	شهرياً، أو حسب الحاجة
Cu,Cr,Mn.,Zn	الأوردة (IV)	محلول المعادن الصغرى.	يومياً
Co	الأوردة، أو العضلات (IM)**	عن طريق الدعم بـ ب$_{12}$.	شهرياً، أو يومياً
Mb،I،Se	الأوردة (IV)***	محلول للحقن.	يومياً

* يُقدَّم غالباً يومياً، ولكنّه ليس مطلوباً لسدّ حاجات الطاقة.

** IM = بالعضلات (Intramuscular)

*** IV = بالأوردة (Intraveno)-

حاجات الفيتامينات (Vitamin Needs)

لا يمكن الوثوق (Uncertain) بكمية الفيتامينات التي حُدِّدت للمريض في حال التغذية غير المعوية الشاملة (TPN)؛ نظراً إلى عدم وجود دراسات كافية في هذا المجال. ويُوضِّح الجدول (7—2) حاجات المرضى من الفيتامينات عند استخدام محاليل الفيتامين قبل مدّة قصيرة من ضخ المحلول.

يُزوِّد مستحلب الدهن المريض بفيتامين هـ، ولكنّ الكمية المتناولة تكون غير كافية للوقاية من أعراض النقص لدى بعض المرضى الذين يستخدمون التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) مدّة طويلة. وفي المقابل، يوصى بإعطاء المرضى البالغين في أثناء فترة الإجهاد الأيضي المرتفع كمية إضافية من فيتامين ج، بمعدل 500 ملليجرام/ يوم.

5- حاجات المعادن (Mineral Needs)

يجب إضافة الإلكتروليتات (المعادن) إلى المحلول لحفز الجسم على زيادة الوزن.

تختلف حاجات المرضى من المعادن في أثناء استخدام التغذية غير المعوية. ويمكن حصر حاجات المعادن الكبرى (الإلكتروليتات) اليومية (بمكافئ الملليجرام mEg) في أثناء التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) على النحو الآتي:

الصوديوم (50—250)، البوتاسيوم (30—200)، الكلوريد (50—250)، المغنيسيوم (10—30)، الكالسيوم والفوسفور (10—40).

الجدول (7-2): مرشد الدعم اليومي بالفيتامينات في حالة التغذية غير المعوية

(الأطفال الذي تزيد أعمارهم على 11سنة، والبالغون)

الفيتامين	الجرعة اليومية عن طريق الأوردة (IV)*
فيتامين هـ (E) (وحدة دولية IU)	10
فيتامين د (وحدة دولية)	200
فيتامين أ (وحدة دولية)	3300
الثيامين (B_1) (ملليجرام، mg)	3
الريبوفلافين (B_2) (ملليجرام)	3.6
النياسين (B_3) (ملليجرام)	15
حمض البانتوثنيك (B_5) (ملليجرام)	40
البيرودوكسين (B_6) (ملليجرام)	4
البيوتين (ملليجرام)	60
الفولاسين (B_9) (ميكروجرام، Mg)	400
الكوبالامين (B_{12}) (ميكروجرام)	5
حمض الأسكوربيك (فيتامين (C)** (ملليجرام)	100
فيتامين ك (K)*** (ملليجرام)	2.5

المرجع: Kraus, M.V. and Mahan, L.K. (1984 م).

* IV = Intravenous (بالأوردة).

** تكون حاجات المرضى المصابين بحروق أو إصابة شديدة أكثر من 100 ملليجرام يومياً.

*** لا يدخل الدعم بفيتامين (ك) ضمن التوصيات الرسمية في حالة التغذية غير المعوية؛ لأنّ بعض المرضى يعطون مضادات التجلّط (Anticoagulants).

- يحتوي منتج الـ (MVI—12) المستخدم في حالة الـ(TPN) على مستحضر الفيتامينات المركّبة المُوضَّحة في الجدول أعلاه.

والجدير بالذكر أنه يتطلب حدوث امتلاء متكامل للنيتروجين إشباع Optimal Nitrogen Repletion عند الدعم بالمعادن الآتية

- **البوتاسيوم Potassium**: تعتمد كمية البوتاسيوم على مستوى الإجهاد الأيضي، لهذا تقلّل حاجات البوتاسيوم تدريجياً في أثناء التغذية غير المعوية مع انخفاض الإجهاد الأيضي (Metabolic). ويعطي اهتمام خاص بعنصر البوتاسيوم في حالة الـ (TPN)؛ نظراً إلى تحرك الجلوكوز والبوتاسيوم داخل الخلايا عند دخول المريض مرحلة الأيض الهدمي، الأمر الذي يزيد حاجة المريض من البوتاسيوم. توجد عوامل أُخرى تُؤثِّر في حاجات البوتاسيوم، منها: الأدوية مثل المدرّات، وحدوث الالتهاب الكلوي.
- **الفوسفور (Phosphorus)**: تتوقف كمية الفوسفور على كمية السعرات المتناولة يومياً، إلّا أنّه يوصى بنحو (7 — 9) ملي مول mmol/1000 سعر في البداية.

توجد معادن أُخرى يوصى الدعم بها في حالة التغذية غير المعوية الشاملة (TPN)، منها: الزنك، والكروم، والنحاس، انظر الجدول (7—3). يوصى أيضاً بدعم غذاء المريض بالسيلينيوم والموليبديوم واليود في حالة التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) مدّة طويلة.

6- حاجات حمض اللينوليك (Linoleic Acid Needs)

يجب تزويد المرضى الذين يتلقون التغذية غير المعوية بحمض اللينوليك. وتظهر أعراض نقص حمض اللينوليك عادة بعد نحو (3—4) أسابيع من استخدام التغذية غير المعوية الشاملة، بصورة جفاف الجلد، وخشونة الشعر وتساقطه، وصعوبة التئام الجروح، والإسهال الخفيف. أمّا نسبة حمض اللينوليك الموصى بها يومياً فتتراوح بين (4—5%) من إجمالي السعرات المتناولة يومياً.

مثال:

إذا كان المريض يحتاج إلى 2000 سعر يومياً، فما حاجته اليومية من حمض اللينوليك؟

الحل:

كمية السعرات التي مصدرها حمض اللينوليك

= 2000 × 5% = 100سعر/ يوم.

إذن، حاجة المريض اليومية من حمض اللينوليك= 100÷9 = 11 جراماً من الحمض/ يوم.

الجدول (7-3): إيصال بعض المعادن الصغرى الأساسية للبالغين عن طريق الأوردة (IV)

العنصر الغذائي	الجرعة اليومية للبالغ (المستقرة حالته)عن طريق الأوردة (IV)	توضيح
النحاس (Cu) (ملليجرام)	(1.5 – 0.5)	تُقلّل الجرعة في حالة المرض الصفراوي (Biliary Disease).
الزنك (Zn) (ملليجرام)	(4 – 2.5)	تزاد الجرعة في حالة الأيض الهدمي، وفقدان السائل المعوي.
الكروم (Cr) (ميكروجرام)	(15 – 10)	تزاد الجرعة إلى 20 ميكروجراماً مع فقدانه خلال الأمعاء، وتُقلّل الجرعة في حالة المرض الكلوي.
الحديد (Fe) (ملليجرام)	0.5	
اليود (I) (ميكروجرام)	(140 – 100)	

العنصر الغذائي	الجرعة اليومية للبالغ (المستقرة حالته) عن طريق الأوردة (IV)	توضيح
السيلينيوم (Se) (ميكروجرام)	(40 – 20)	تُقلّل الجرعة في حالة المرض الكلوي.
الموليبديوم (Mg) (ميكروجرام)	(130 – 20)	تقلل الجرعة في حالة المرض الكلوي.
المغنسيوم (Mg) (ميكروجرام)	(800 – 150)	تقلل الجرعة في حالة المرض الصفراوي

أولاً: التغذية غير المعوية خلال الوريد السطحي (Parenteral Nutrition through Peripheral Vein)

الوريد السطحي هو وريد قريب من سطح الجلد في الذراع والساعد وظهر اليد والقدم. ويُعَدّ إدخال العناصر الغذائية عن طريق الوريد السطحي من أكثر الطرائق أماناً؛ ولكن استخدام المحاليل المرتفعة التركيز قد يُسبِّب التهاباً للوريد (Phlebitis)، وجلطات دموية (Thrombosis).

تُستعمَل محاليل الوريد السطحي فقط لإمداد المريض بحاجته من السعرات التي تقل عن 2500 سعر، لا لتعويض المستنزف من الجسم. أمّا محاليل الوريد المركزي فتُستعمَل لإمداد المريض بأكثر من 2500 سعر يومياً، خاصة في حالات الحروق، والالتهابات، والجروح الشديدة؛ أي لتعويض الأنسجة المستنزفة.

توجد أنواع عدّة من المحاليل التي تُضخ في الأوردة السطحية، ويُطلَق عليها اسم المحاليل القليلة البروتين (Protein—Sparing Solutions)؛ وهي محاليل تُزوِّد المريض بالسعرات اللازمة، ولكنّ البروتين فيها شحيح. يُناسب هذا النوع من المحاليل المرضى الذين لا يعانون نقصاً في البروتين، أو ارتفاعاً في معدل الأيض نتيجة الحروق أو الجروح.

وفيما يأتي بعض الأمثلة على المحاليل القليلة البروتين التي تُضخ خلال الأوردة السطحية:

أ- محلول (D5W): إنّ الحمية المعتادة (المألوفة) للمعالجة الغذائية بالسوائل، هي تقديم محلول الجلوكوز (5%) عن طريق الحقن بالأوردة؛ إذ إنّها تُزوِّد المريض بنحو 50 جراماً من الجلوكوز لكل لتر واحد.

توجد فوائد عدّة لمحلول الجلوكوز (5%)، منها:

1- الحدّ من ارتفاع حموضة الدم بسبب تراكم المواد الكيتونية (Ketosis)، عند تناول المريض ما لا يقل عن 100جرام من الجلوكوز (لتران من المحلول 5%) يومياً.

2- المحافظة على الماء والأملاح في الجسم في حالة الجوع (Starvation)، عند تناول المريض 100 جرام من الجلوكوز يومياً.

3- منع حدوث تهدّم للأنسجة البروتينية في الجسم.

4- حفز البنكرياس على إفراز الأنسولين.

5- تزويده المريض يومياً بنحو (100—150) جراماً من الجلوكوز (2—3 لترات في اليوم)؛ أي ما يعادل (400—600) سعر يومياً.

6- احتواء محلول (D5W) على 5% دكستروز (جلوكوز) ذائب في الماء (50 جرام دكستروز لكل لتر)، وتزويد الدكستروز الأحادي الماء (Monohydrous Dextrose) الجسم بنحو 3.4 سعر لكل جرام واحد. ولذا، فإنّ كمية السعرات لكل لتر=50 جراماً دكستروز × 3.4 سعر = 170 سعراً.

وبما أنّه يوصى بإعطاء المريض ما لا يزيد على 3 لترات يومياً (في المتوسط 2—3 لترات يومياً)، فإنّ إجمالي السعرات التي يحصل عليها المريض يومياً = 170×3= 510 سعر.

ولكنّ المريض الذي يرقد على السرير يحتاج إلى نحو 1600 سعر يوماً؛ ما يعني وجود نقص قدره 1100سعر (أي: 1600—510)، الأمر الذي يتسبَّب في حدوث أكسدة للأنسجة البروتينية في الجسم لتعويض السعرات الناقصة. ولتفادي حدوث هذه المشكلة، يوصى باستخدام محاليل تحتوي على 10% أو20% من الدكستروز، فضلاً عن محلول الدهن (Intralipid Solution) لزيادة كمية السعرات.

ويُمنع ضخ المحاليل التي تحتوي على أكثر من 20% دكستروز خلال الوريد السطحي؛ لأنّه يُسبِّب انسداداً في الأوعية الدموية.

وبوجه عام، يحصل معظم المرضى بعد العمليات الجراحية على حاجاتهم من الطاقة والأملاح والسوائل عن طريق الحقن الوريدي بالمحاليل التي تحتوي على 5% من الدكستروز والفيتامينات والأملاح المعدنية. ويستطيع معظم المرضى في الحالات المتوسطة تناول الطعام والسعرات بالفم أو بالتغذية الأنبوبية بعد (2—3) أيام من الجراحة.

ب- محلول الأحماض الأمينية المتبلور 3.5% (Crystalline Amino Acid Solution: 3.5%)

يُؤمِّن هذا المحلول للمريض مصدرًا للنيتروجين؛ للوصول إلى توازن النيتروجين في الجسم، خاصةً مرضى الحروق والجروح الشديدة، وفي حالة وجود بكتيريا مرضية في الدم؛ إذ يحصل تهدّم لأكثر من 75جراماً من الأنسجة البروتينية يومياً؛ أي 12جراماً من النيتروجين (6.25 جرامات بروتين = جرام نيتروجين) للحصول على الطاقة.

وبوجه عام، تتراوح كمية البروتين التي يوصى بتناولها يومياً ما بين 0.8 جرام/ كيلوجرام/ يوم (للمرضى بعد إجراء العمليات، والمرضى الذين لم يحصل لهم استنزاف)، إلى جرامين/ كيلوجرام/ يوم (لمرضى الجروح الشديدة والحروق)؛ أي إنّ المريض البالغ الذي يزن 70 كيلوجراماً يحتاج إلى (56—140) جراماً من الأحماض الأمينية، وذلك تبعاً لحالته الصحية وظروف العملية.

يُزوِّد محلول الأحماض الأمينية المتبلور الجسم بنحو جرام واحد من النيتروجين لكل 5.9 جرام من الأحماض الأمينية (لا كل 6.25 جرام من البروتين).

وبذا، فإنّ كمية السعرات التي يُوفِّرها لتر واحد=

35 جراماً من الأحماض الأمينية × 4 سعرات= 140سعراً.

وكمية النيتروجين التي يُوفِّرها لتر واحد=

35 جراماً من الأحماض الأمينية ÷ 5.9 جرام أحماض= 5.9 جرام نيتروجين.

وممّا يجدر ذكره أنّه يتوافر في المستشفيات محاليل لأحماض أمينية متبلورة بتركيز 5.5% (220 سعراً/ لتر)، و8.5% (340 سعراً/ لتر)، و10% (440 سعراً/ لتر).

وبوجه عام، تُستخدَم الأحماض الأمينية (3.5%) بدلاً من الجلوكوز عن طريق الحقن بالوريد السطحي، في حال تعذَّر على المريض تناول الطعام أياماً قليلة خلال مرحلة الأيض الهدمي (Catabolic Phase). وتساعد الأحماض الأمينية خلال الأيام الأولى القليلة التي يعاني فيها المريض الأيض الهدمي، على المحافظة على بروتينات الجسم، كما أنّ جزءاً كبيراً منها يتحول إلى جلوكوز لإمداد الجسم بالطاقة. أمّا الطريق المعتادة والمفضَّلة للمرضى غير القادرين على تناول الطعام مدّة (2—3) أيام بعد العملية الجراحية، فهي تقديم 5% من محلول الجلوكوز بالوريد. ولكن، إذا تجاوزت المدّة 3 أيام، وكانت أجسام المرضى تحتوي على مخزون جيد من الدهن؛ فإنّه يوصى بإعطائهم الأحماض الأمينية المتساوية التركيز (Isotonic Amino Acids).

إنّ استخدام هذه الطرائق يقي المريض من الأخطار والمشكلات التي تصحب استخدام القسطرة (Catheter) في حالة التغذية المعوية الشاملة (TPN). أمّا بالنسبة إلى المريض الذي لا يستطيع تناول الطعام مدّة تزيد على 5 أيام، فإنّه يحتاج إلى تغذية غير معوية أكثر فاعلية؛ أي تشمل مستحلب الدهن (10% وجلوكوز وأحماض أمينية)، الأمر الذي يُفضي إلى توازن النيتروجين الإيجابي وزيادة الوزن.

ج- مستحلب الدهن 10% (Fat Emulsion: 10%)

يتألّف هذا المستحلب الذي يشبه الحليب من خليط من زيت فول الصويا أو زيت القرطم، وصفار البيض، والدهن المفسفر، والجليسرول، وهو يُزوِّد الجسم بنحو 11سعراً لكل جرام واحد (11 Kcal./1g)، في حين يُزوِّد جرام واحد من الدهن (في الغذاء) الجسمَ بنحو 9 سعرات.

وبذا، فإنّ كمية السعرات التي يُوفِّرها لتر واحد= 100جرام دهن × 11سعراً

= 1100سعر.

تتمثَّل فوائد مستحلب الدهن في أنّه مصدر مركَّز للطاقة، ويُزوِّد الجسم بالحمض الدهني الأساسي اللينوليك، ويساعد على امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهن.

يُضَخ مستحلب الدهن منفصلاً عن محاليل الدكستروز والأحماض الأمينية، ويجب تجنّب خلطه بهذه المحاليل؛ لأنّه غير قابل للذوبان في الماء (يُخلَط معاً فقط الدكستروز والأحماض الأمينية والمضافات).

يُظهر بعض المرضى ردود فعل معاكسة لضخ محاليل مستحلب الدهن خلال الأوردة (Adverse Reactions to Intravenous Fat Solutions)، تتمثَّل في ارتفاع درجة الحرارة، والشعور بآلام في الصدر والظهر، والتقيّؤ، والصداع، والرؤية غير الواضحة، والقشعريرة. وللتخفيف من هذه المشكلات، يجب تقييم أداء وظائف الكبد لدى المريض، وعدد خلايا الدم، ومستوى الدهون في بلازما الدم. كما يجب — عند بدء ضخ المحاليل— إجراء التحاليل بصورة دورية للإلكتروليتات ونيتروجين يوريا الدم (BUN) (مخلّفات نيتروجينية تتكوّن في الكبد عند نزع مجموعة الأمين من الأحماض الأمينية في أثناء هضم البروتينات)، والجليسريدات الثلاثية في السيرم، ومستويات الكولسترول في الدم.

ثانياً: التغذية غير المعوية الشاملة TPN: Total Parenteral Nutrition

تُستعمَل هذه الطريقة لتزويد المريض بكميات كبيرة من السعرات (الطاقة) والبروتين تزيد على حاجاته الطبيعية؛ إذ إنّ تزويد المريض بحاجاته جميعها من العناصر الغذائية عن طريق الحقن بالوريد، يساعده على إحداث توازن إيجابي للنيتروجين في الجسم، وعدم استخدام الجهاز الهضمي مدّة طويلة.

تُناسب التغذية المعوية الشاملة المرضى المصابين بالوهن والضعف، وسوء التغذية مع فقدان في الوزن (10% من الوزن أو أكثر)، وكذلك المرضى الذين يتعذَّر عليهم الحصول على عناصر غذائية كافية عن طريق التغذية المعوية أو غير المعوية خلال الوريد السطحي.

يُفضَّل دائماً استخدام التغذية المباشرة عن طريق الجهاز الهضمي؛ إذا كان هذا الجهاز قادراً على أداء وظائفه الفسيولوجية، وإذا كان المريض يستطيع الحصول على كميات كافية من الغذاء، مقارنة بالتغذية عن طريق الحقن بالوريد. أمّا في حال عدم قدرة الجهاز الهضمي (خاصةً المعدة والأمعاء) على أداء وظائفه بصورة كلية أو جزئية، كما في حالة قصر الأمعاء، أو انسدادها، أو التهابها، أو إصابتها بأحد الأمراض، أو بفرط الأيض الغذائي؛ فإنّ المريض يلجأ إلى استخدام التغذية المعوية الشاملة.

تفيد هذه الطريقة (TPN) مرضى السرطان المصابين بسوء التغذية، وأولئك الذين قد يستجيبون للمعالجة الغذائية، وكذلك مرضى الحروق الذين يحتاجون إلى كميات كبيرة جداً من البروتين والسعرات، ولكنّهم لا يستطيعون الاستفادة من الجهاز الهضمي واستخدامه بسبب العمليات الجراحية المتعددة. تفيد التغذية غير المعوية الشاملة أيضاً في معالجة المواليد الجُدد غير الطبيعيين، والمرضى المصابين بأمراض المريء والدنف (Cachexia) الشديدة (اعتلال شديد في كامل البدن، وربّما العقل)، وكذلك المصابون بفقدان الشهية للطعام، ومرضى الفشل الكلوي والكبدي الحادين الذين يَلزمهم إحداث تغيير وتعديل في الأحماض الأمينية المتناولة.

يُوضِّح الجدول (6—6) الحالات التي تحتاج إلى التغذية غير المعوية الشاملة. ويمكن أن تُزوِّد هذه التغذية المريض بكميات كبيرة جداً من السعرات، تصل إلى نحو 5000 سعر يومياً، خلافاً للتغذية غير المعوية بالجلوكوز فقط، التي تُزوِّد المريض بما لا يزيد على 600 سعر، تُدفع خلال قسطرة تصل الوريد الأجوف العلوي (Superior Vena Cava)، حيث يحصل تخفيف بالدم للمحلول العالي التركيز.

والجدير بالذكر أنّه في حال ضخ المحلول المركّز خلال الوريد السطحي يحدث التهاب في الوريد خلال (4—8) ساعات.

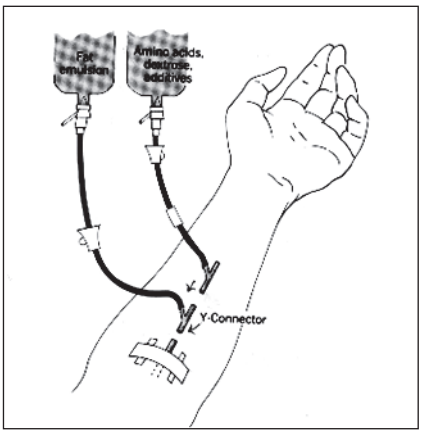
وفيما يأتي بيان للتغذية غير المعوية الشاملة عن طريق الوريد السطحي، والتغذية غير المعوية الشاملة بوساطة الوريد المركزي.

أ- التغذية غير المعوية الشاملة عن طريق الوريد السطحي

(Total Parenteral Nutrition (TPN) through Peripheral Vein)

يُقصَد بهذا النوع من التغذية إدخال المحاليل التي تحوي الدكستروز اللازم للطاقة، والأحماض الأمينية اللازمة لبناء الجسم، والدهون (للطاقة)، والأحماض الدهنية الأساسية، والفيتامينات، والمعادن؛ خلال الوريد السطحي باستخدام موصل على شكل حرف (Y) (Y—Connector)؛ إذ يمكن خلط كلٍّ من الإلكتروليتات والفيتامنيات بمحاليل الدكستروز (الجلوكوز) والأحماض الأمينية، حيث يُوفِّر هذا الخليط للجسم جميع حاجاته من العناصر الغذائية، انظر الشكل (7—1).

يُناسب هذا النوع من التغذية المرضى الذين هم بحاجة إلى غذاء جيد مدّة (7—10) أيام.



الشكل (7-1): التغذية غير المعوية الشاملة خلال الوريد السطحي

(مستحلب الدهن يوصل بالأحماض الأمينية والدكستروز ومحلول المضافات بوساطة Y-Connector)

وفيما يأتي مثال على محلول (TPN) لشخص بالغ يزن 70 كيلوجراماً، وحالته مستقرة، ومعدل الأيض لديه غير مرتفع، ويمكن ضخه خلال الأوردة السطحية:

— لتر واحد من محلول الأحماض الأمينية المتبلورة (7%):

يحتوي على 70 جراماً من الأحماض الأمينية (11.8جرام نيتروجين ⟵ يُزوِّد الجسم بـ 280 سعراً.

— لتر واحد من محلول الدكستروز (20%):

يحتوي على 200 جرام من الكربوهيدرات ⟵ يُزوِّد الجسم بـ 680 سعراً.

— لتر واحد من مستحلب الدهن (10%):

يحتوي على 100جرام دهن ⟵ يُزوِّد الجسم بـ 1100 سعر.

— الإلكتروليات والمعادن: كميات مناسبة منها.

إجمالي السعرات: 2060 سعراً.

يتضح من تحليل وجبة (TPN) المذكورة آنفاً ما يأتي:

* كمية السعرات كافية لمريض لا يعاني فرط الأيض، ويزن 70 كيلوجراماً.
* كمية البروتين هي أكثر من حاجة المريض (70 كجم × 0.8 جم/كجم/ يوم).
* تزويد مستحلب الدهن المريض بالأحماض الأمينية الأساسية.
* كمية المعادن والفيتامينات مناسبة.
* في حالة الإجهاد الأيضي المرتفع (الحروق، واستنزاف الأنسجة)، يجب زيادة السعرات والبروتين في الوجبة أعلاه.

وهذه بعض الإلكتروليتات التي يجب أن تعطى مع المحاليل السطحية الكاملة: الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكلوريد، والفوسفات. وفي الوقت الذي تُخفَّف فيه نسب تركيز هذه الإلكتروليتات تدريجياً حسب حاجة المريض، يتعيّن إضافة جميع الفيتامينات الرئيسة والمعادن إلى المحلول قبل ضخه مباشرة في الجسم. وقد تصل حاجة المريض إلى ثلاثة أضعاف الـ (RDA) في حالات الإجهاد الشديد.

توجد بعض الفيتامينات والمعادن التي لا يتعيّن إضافتها إلى المحلول قبل ضخه؛ نظراً إلى تفاعلها مع المعادن والفيتامينات الأُخرى، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل الاستفادة منها، ومثالها فيتامين (ك)، وحمض الفوليك وفيتامين ب$_{12}$ والحديد؛ لذا، فهي تعطى للمريض عن طريق العضلات.

إنّ استخدام أسلوب التغذية غير المعوية الشاملة خلال الوريد السطحي، هو أكثر صعوبة منها عبر الوريد المركزي؛ لأنّ الأوردة السطحية لا

تتحمّل المحاليل المرتفعة التركيز، ممّا قد يعيق إمداد المريض بكمية كبيرة من السعرات اللازمة لتأمين حاجاته اليومية. إلّا أنّ استخدام الـ (TPN) عن طريق الوريد السطحي يُوفِّر للمريض بسهولة حاجاته من البروتين والفيتامينات والمعادن. وبعبارة أُخرى، يصعب إحداث توازن النيتروجين الموجب باستخدام التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) عن طريق الوريد السطحي في حالة المريض الذي يعاني الإجهاد الأيضي الشديد، في حين يمكن تحقيق ذلك إذا كان الإجهاد الأيضي خفيفاً أو متوسطاً.

وقد تَبيّن أنّ تقديم كميات قليلة من الدكستروز (400—500 سعر/ يوم) عن طريق الأوردة يُقلِّل من توازن النيتروجين السلبي فحسب، وأنّ محاليل الأحماض الأمينية التي يبلغ تركيزها (3—3.5%) (g/dl) من دون إضافة أيّة مصادر لسعرات غير بروتينية تُقلِّل من توازن النيتروجين السلبي. ولكنّ هذه المحاليل ضئيلة البروتين، وتستخدم مؤقتاً، حيث يُخطَّط لاتباع التغذية المركّزة إذا كانت التغذية السطحية ضرورية.

وبوجه عام، تستخدم التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) خلال الوريد السطحي في الحالات الآتية:

— الحدّ (Diminish) من حدوث توازن النيتروجين السلبي.

— التغطية الجزئية لحاجات النيتروجين والسعرات، التي قد تُوفِّر —باتحادها مع التغذية بالفم— كامل حاجات المريض اليومية.

— تأمين إجمالي الحاجات اليومية من حين إلى آخر.

إرشادات أساسية لتخطيط (TPN) عن طريق الوريد السطحي

(Basic Rules in Planning Peripheral Parenteral Nutrition)

1- المحافظة على أسموزية المحلول النهائي أقل من (800—900) mOsm /L، انظر الجدولين: (4—7)، و (5—7).

2- استعمال مستحلب الدهن لزيادة السعرات غير البروتينية المقدّمة يومياً، وخفض أسموزية المحلول النهائي المراد ضخه.

3- إسهام الدهون بنحو (60—70%) من إجمالي السعرات اليومية غير البروتينية، أو 5.2 جرام/ كيلوجرام من وزن الجسم/ يوم.

4- التأكّد من إدراك الطبيب والصيدلي لمحتوى الإلكترونات في المحلول، علماً بأنّ بعض محاليل الأحماض الأمينية (3—5.3%) المخصصة للضخ عن طريق الأوردة السطحية تحتوي على كميات إيجابية من إلكتروليتات المعادن (Electrolytes) .

5- تغيير موضع الحقن بانتظام (Regularly) عند ظهور علامات على التهاب الوريد التخثري (Thrombophlebitis) .

6- إيصال العناصر الغذائية (مثل: البروتينات، ومستحلب الدهن، والفيتامينات، والمعادن، وحمض اللينوليك) بصورة منتظمة ودورية.

الجدول (7-4): محتوى محاليل الأحماض الأمينية المتبلورة من النيتروجين والإلكتروليات في حال التغذية غير المعوية

(Electrolyte and Nitrogen Content of Crystalline Amino Acid Solutions for parenteral Nutrition)

المنتج Product	الصوديوم Sodium (mEq/L)	البوتاسيوم Potassium (mEq/L)	المغنيسيوم Magnesium (mEq/L)	الأسيتات Acetate (mEq/L)	الكلوريد Cholride (mEq/)	الفوسفور Phosphorus (mmolof P per liter)	النيتروجين Nitrogen (g/L)	الأسموزية Osmolarity (mEq/L)	الرقم الهيدروجيني pH
Standard (القياسي)									
Aminosyn 10%	0	5.4	0	148	0	0	15.7	1.000	5.3
Aminosyn 8.5% W/O lytes	0	5.5	0	90	35	0	13.4	850	5.3
Aminosyn 8.5% + lytes	70	66	10	142	98	30	13.4	1.160	5.3
Aminosyn II 10%	45	0	0	72	0	0	15.3	873	5.0-6.3
Aminosyn II 8.5%	33	0	0	61	0	0	13	742	5.0-6.5
FreAmine 10%	10	0	0	89	<3	10	15.4	950	6.5
FreAmine III 8.5%	10	0	0	72	2	10	13.0	810	6.6
Novamine 15%	0	0	0	151	0	0	23.7	1.388	5.2-6.0
Procalamine 3%	35	24	5	47	41	3.5	4.6	735	6.8
Travasol 10%	0	0	0	87	40	0	16.5	1.000	6.0
Travasol 8.5% w/o lytes	3	0	0	73	34	0	9.3	520	6.0
Travasol 8.5% + lytes	70	60	10	141	70	30	14.3	1.160	6.0
Travasol 3.5% M	25	15	5	54	25	7.5	5.9	525	6.0
Catabolic (الأيض الهدمي)									
Aminosyn-HBC 7%	7	0	0	70	42	0	NA	665	5.2
BranchAmin 4%	0	0	0	0	0	0	4.43	316	6.0
FreAmine HBC 6.9%	10	0	0	57	<3	0	9.7	620	6.5
Hepatic Failure (الفشل الكبدي)									
HepatAmine 8%	10	0	0	62	<3	10	12.0	785	6.5
Renal Failure (الفشل الكلوي)									
Aminess 5.2%	0	0	-	50	0	0	6.6	416	6.4
Aminosyn_RF 5.2%		0	0	105	0	0	7.7	475	5.2
Nephramine 5.4%	5	0	0	44	<3	0	6.5	435	6.5
RenAmin 6.5%	0	0	0	60	31	0	10	600	5.0-7.0
Pediatric (الأطفال)									
Aminosyn-PF 10%	3.4	0	0	46	0	0	15.2	834	5.0-6.5
Trophamine 10%	5	0	0	97	<3	0	15.5	875	5.0-6.0

المرجع: Alpers, D.H.، وآخرون (2002م).

إعداد المنتجات أعلاه ربما تغيرت بعد إعداد هذا الجدول لهذا يجب الرجوع الى المعلومات الخاصة بالوصفه:

Formulation may have changed since the preparation of this table. Consult prescription Information.

الجدول (7-5): الأسموزية ومحتوى السعرات في محاليل الدكستروز (الجلوكوز) المركّزة.

	تركيز الدكستروز				
	%5	%10	%20	%50	%70
الأسموزية (MOsmol/L)	250	500	1000	2500	3500
محتوى السعرات* (سعر/100مل)	17	34	68	170	238

* تم حساب السعرات على أساس القيمة السعرية للدكستروز الأحادي الهيدرات

(Dextrose Monohydrate) المستخدم في التصنيع التجاري (3.4 سعر لكل جرام واحد).

تحضير محاليل الأساس للتغذية غير المعوية خلال الوريد السطحي

(Preparation of Base Solutions for Peripheral Vein Parenteral Nutrition)

يُحضَّر محلول الأساس في هذه الحالة بخلط محلول الأحماض الأمينية بالدكستروز المركّز، كما هو الحال في الـ(TPN) خلال الوريد المركزي.

ونظراً إلى أهمية خفض الأسموزية في حالة الـ (TPN) خلال الوريد السطحي؛ يجب ألّا يزيد تركيز محلول الدكستروز النهائي على10% في محلول الأساس، ومراعاة أنّ محلول الأساس (الناتج من خلط محلول الأحماض الأمينية المُعدّ تجارياً بالدكستروز المركّز) سيكون محتواه النهائي من الإلكتروليتات منخفضاً بسبب خلط المحلولين بعضهما ببعض.

محاليل التغذية غير المعوية الشاملة (Nutrient Solutions for Parenteral Nutrition)

1- محاليل الأساس (Base Solutions)

يشمل محلول الأساس خليطاً من الدكستروز والأحماض الأمينية، يضاف إليهما الفيتامينات والمعادن. ويتم تجهيز خليط (توليفة) الدكستروز والأحماض الأمينية باستخدام تقنية معقّمة في صيدلية المستشفى؛ وذلك بخلط محلول الدكستروز المعقّم بمحلول الأحماض الأمينية المتوافر تجارياً.

يُوضِّح الجدول (7—5) خصائص محاليل الأحماض الأمينية التي تتوافر بصورة تجارية، وتستخدم في حالة التغذية غير المعوية. ويساعد اختلاف محتوى هذه المحاليل من المعادن على حساب التركيز النهائي المناسب للمعادن في المحاليل المخلوطة.

تستخدم غالباً المحاليل التي تحتوي على ما نسبته (3—5%) من الأحماض الأمينية في حالة التغذية غير المعوية خلال الوريد السطحي. وبما أنّه يمكن زيادة تركيز المعادن لهذه المحاليل، فإنّه يمكن استخدام المحاليل التي لا تحتوي على مدعّمات المعادن.

تحتوي معظم محاليل الأحماض الأمينية على تركيز منخفض من المعادن؛ لذا، يحتاج كل مريض إلى وصفة طبية لإجمالي المعادن اليومية. ويمكن تقدير الأسموزية لمحلول الأساس (الخليط) من متوسط الوزن (Weighted Average) لكلٍّ من محلول الدكستروز، والأحماض الأمينية، انظر الجدولين (7—4)، و(7—5) اللذين يُوضِّحان الأسموزية ومحتوى السعرات لكلٍّ من محاليل الأحماض الأمينية المركّزة، والدكستروز. وكما ذكر آنفاً، يُحسب محتوى السعرات على أساس أنّ الدكستروز وحده (Dextrose Monohydrate عن طريق الأوردة) يُزوِّد الجسم بنحو 3.4 سعر لكل جرام.

وفي المقابل، لا تُحسب الأحماض الأمينية بوصفها مصادر للسعرات؛ لأنّها تُستعمَل لتصنيع البروتينات في الجسم. وبناءً على ذلك، فإنّ محلول الأساس الذي يحتوي على 500 ملليلتر من الدكستروز (50%) مع 500 ملليلتر من الأحماض الأمينية (8.5%)؛ يعطي لتراً واحداً من محلول أساس يحتوي على 250جرام دكستروز، وهو ما يُزوِّد الجسم بنحو 850 سعراً، و42.5 جراماً من الأحماض الأمينية.

يجب المحافظة على ضخ الجلوكوز بمعدل 7 ملليجرامات/ كيلوجرام/ دقيقة؛ إذ تؤدي زيادة معدل ضخ الجلوكوز أكثر من ذلك إلى ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم، وتشحّم الكبد (Fatty Liver).

أمّا بالنسبة إلى محاليل الأحماض الأمينية، فإنّ كل 5.9 جرامات من الأحماض الأمينية تُزوِّد الجسم بنحو جرام واحد من النيتروجين. تتوافر أيضاً محاليل أحماض أمينية خاصة بمرضى الفشل الكلوي (انظر الجدول 7—4)، حيث تحتوي الوجبات الخاصة بهم على نسب مرتفعة من الأحماض الأمينية. إلّا أنّ مرضى الفشل الكلوي الذين يخضعون للديلزة (غسيل الكلى) لا يحتاجون إلى كميات زائدة من الأحماض الأمينية الأساسية؛ لذا، فهم يعطون محاليل الأحماض الأمينية القياسية (Standard AA Solutions).

وبالمثل، تتوافر محاليل تحتوي على نسب مرتفعة من الأحماض الأمينية المتفرّعة السلسلة (BCAA)، وهي تستخدم عادة في حالة الإجهاد الأيضي المرتفع، والفشل الكبدي، والإعتلال الدماغي (Porasystemic Encephalopathy)، انظر الجدول (7—4)، علماً بأنّ الأحماض الأمينية القياسية تحتوي على نحو (20—25%) من سلاسل الأحماض الأمينية المتفرّعة؛ لتحسين توازن النيتروجين في حالة الإجهاد الأيضي ضعف هذه الكمية تقريباً.

أمّا المحاليل الخاصة بالأطفال (Pediatric) فتحتوي على حمض التورين (Taurine)، والتيروسين (Tyrosine) والأحماض الأمينية الثنائية الكاربوكسيل (Dicarboxylic Amino Acids) (Aminosyn—PF.). Throphamine,

نستعرض فيما يأتي مثالين لتوضيح طريقة تحضير محلول الأساس للتغذية غير المعوية خلال الوريد السطحي.

يتعيّن أولاً تحضير محلولين قياسيين باستخدام محلول الأحماض الأمينية 3.5% M (Travasol 3.5%M). إلّا أنّ كلا المحلولين الأساسين وحدهما لا يُزوِّدان المريض بالنسبة المناسبة من النيتروجين الى السعرات غير البروتينية (النيتروجين : السعرات غير البروتنيه). ولكن، عند دمج (Combination) محاليل الأساس هذه في مستحلب الدهن، أو تناول الطعام بالفم، أو كليهما؛ فإنّه يمكن تزويد المريض الذي يعاني إجهاداً أيضياً معتدلاً (Mild Metabolic Stress) بكميات كافية (Satisfactory) من السعرات والبروتين، تُلبّي حاجاته اليومية منهما.

مثال 1:

تحضير محلول أساس مرتفع المحتوى من البروتين والسعرات، ومرتفع الأسموزية، ويكون مناسباً مع مستحلب الدهن (قد يُزوِّد المريض بحاجاته اليومية من البروتين والسعرات):

— 800 ملليلتر من محلول الأحماض الأمينية (Travasol 3.5% M):

يحتوي هذا المحلول على 28 جراماً من الأحماض الأمينية؛ أي:

(800×[35]÷1000=28)؛

28 ÷ 5.9 = 4.75 جرام نيتروجين؛

28 × 4 =112سعراً.

* أسموزية الحمض الأميني (Travasol (3.5%)=450 mEg /L، انظر الجدول (4—7).

— 200 ملليلتر من محلول الدكستروز (50%):

يحتوي هذا المحلول على 100جرام من الدكستروز؛ أي: (200×[500]÷1000=100)

يحتوي هذا المحلول على 340 سعراً؛ أي 100 × 3.4 = 340.

* أسموزية محلول الدكستروز= 2500 mOsm /L، انظر الجدول (5—7).

إذن، إجمالي حجم المحلولين بعد الخلط= 800+200=1000ملليلتر.

السعرات غير البروتينية= 340 سعراً/ لتر.

محتوى البروتين في محلول الأساس= 28 جراماً/ لتر.

* أسموزية المحلول الأساس= 860 mOsm /L؛ أي:

(200 × 2500]÷[800×450])+(1000 ÷ 1000)

860 =360 + 500

هذا المحلول الأساس يجب أن يصاحبه ضخ مشترك (Co—Infused) لمستحلب الدهن؛ وذلك لخفض أسموزية المحلول القياسي.

مثال 2:

تحضير محلول أساس متوسط المحتوى من البروتين، ومنخفض الأسموزية، ويكون مناسباً عند تناول الطعام بالفم:

— 500 ملليلتر من محلول الأحماض الأمينية (Travasol) (3.5%):

يحتوي هذا المحلول على 17.5جراماً من الأحماض الأمينية؛ أي (1000÷[35×500]=17.5)

يحتوي هذا المحلول على 2.97 جرامات من البروتين؛ أي: (17.5 ÷ 5.9 = 2.97)

يحتوي هذا المحلول على 70سعراً؛ أي 17.5 × 4 = 70

* أسموزية الحمض الأميني (Travasol) (3.5 %) من الجدول= 450 mEg /L.

— 500 ملليلتر من محلول الدكستروز (10%):

يحتوي هذا المحلول على 50جراماً من الدكستروز؛ أي ([500×100]÷1000=50)

يحتوي هذا المحلول على 170سعراً؛ أي: 50 × 3.4 =170

أسموزية محلول الدكستروز من الجدول= 500 mOsm /L

إذن:

- إجمالي حجم المحلولين (المحلول الأساس) بعد الخلط=

500 + 500=1000ملليلتر.

- السعرات غير البروتينية في المحلول الأساس= 170سعراً/ لتر.
- محتوى البروتين في المحلول الأساس= 17.5جراماً/ لتر.

* أسموزية المحلول الأساس=

475 mOsm /L؛ أي: ([500 × 500] ÷ 1000) + ([500×450]÷1000)

(225 + 250)

(475)

2- محاليل الدهن (أو مستحلبات الدهن) (Lipid Solutions or Lipid Emulsions)

لا يقتصر استعمال مستحلبات الدهن في التغذية غير المعوية خلال الأوردة السطحية على تزويد الجسم بالحمض الدهني الأساس فحسب، بل إنّها تمدّ الجسم بنسب مرتفعة من السعرات اليومية غير البروتينية. ويُزوِّد مستحلب الدهن الجسم بنحو 11سعرًا لكل جرام. وحين يُضخ 1000ملليلتر من مستحلب الدهن (10%) مع 3000 ملليلتر من المحلول الأساس، كما في المثال الثاني، فإنّ المريض يحصل يومياً على نحو 1600سعر (170×3+100×11) غير بروتيني (تُزوّد الدهون بنحو 68%)، وعلى 54 جرام بروتين (17.5×3).

وبالطريقة نفسها، فإنّ إعطاء المريض 1000ملليلتر من مستحلب الدهن (10%) مع 3000 ملليلتر من المحلول الأساس، كما في المثال الأول، فإنّ ذلك يُوفِّر يومياً للمريض نحو 2100 سعر (340×3+100×11) (يُزوّد الدهن بنحو 52%)، و87 جرام بروتين (28×3). وفي كلتا الحالتين، يتعيّن تقديم 4 لترات من السوائل في اليوم.

وبوجه عام، فإنّ المحافظة على توازن النيتروجين الإيجابي مدّة طويلة يُعَدّ أمراً صعباً باستخدام (TPN) خلال الأوردة السطحية؛ نظراً إلى تكرار حدوث الالتهاب الوريد التخثري. كما أنّ استعمال مستحلب الدهن مصدراً للطاقة يومياً، أو استعماله على نحوٍ متقطع (Intermittent) لتزويد الحمض الدهني الأساس (EFA)، يتطلّب تتبع تخليص وإخلاء الدهن (Lipid Clearance)، انظر الجدول (6—7) الذي يُوضِّح خصائص مستحلبات الدهن المستخدمة في التغذية غير المعوية، والمتوافرة على نطاق تجاري بتركيز 10%، و20%، و30%.

الجدول (6-7): خصائص مستحلبات الدهن المستخدمة في التغذية غير المعوية.

	مستحلب الدهن						
الخصيصة (الصفة)	Liposyn III 20%	Liposyn III 10%	Liposyn II 20%	Liposyn II 10%	Intralipid 30%	Intralipid 20%	Intralipid 10%
مصدر الزيت	زيت فول الصويا	زيت فول الصويا	زيت فول الصويا، زيت القرطم	زيت فول الصويا، زيت القرطم	زيت فول الصويا	زيت فول الصويا	زيت فول الصويا

	مستحلب الدهن						
حجم القطرة (ميكروجرام)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
الأسموزية (mOsmol /L)	292	284	340	320	200	268	260
السعرات (سعر/ مل)	2	1	2	1.1	3	2	1.1
حمض اللينوليك (% من إجمالي الدهن)	54	54	66	66	50	50	50
حمض اللينولينيك (% من إجمالي الدهن)	8	8	4	4	9	9	9

تتكوّن محاليل الدهن من زيت فول الصويا (أو زيت القرطم)، والجليسرول (عامل مستحلب Emulsifiers)، بتركيز يتراوح ما بين (10—30%)، وهي تُزوِّد الجسم (تركيزها 10%) بنحو 1.1 سعر لكل ملليلتر (أو 11سعراً/ جرام دهن)، وتأتي بقية السعرات من الجليسرول.

تحتوي مستحلبات الدهن على حمض اللينوليك (Linoleic Acid)، وحمض اللينولينيك (Linolenic Acid)؛ لذا، فهي تُعَدّ مصدراً أساسياً للأحماض الدهنية الأساسية والسعرات المركّزة. وبما أنّ هذه المستحلبات متساوية التركيز (Isotonic)، فإنّ تقديمها (ضخها معاً Coadministration) مع محلول الأساس يخفض إجمالي الأسموزية للمحلول، ممّا يُعَدّ ميزة في حالة التغذية غير المعوية السطحية.

يُذكَر أنّ مستحلبات الدهن قد تُحدِث تأثيرات سامة عند ضخها بسرعة، وبمعدلات تزيد على صرف الطاقة في أثناء الراحة، علماً بأنّ معدل ضخ الدهن يتراوح بين (0.03 — 0.05) جرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم كل ساعة.

3- الإلكتروليتات والمعادن الصغرى في التغذية غير المعوية (Electrolytes and Trace Minerals for Parenteral Use)

تضاف المعادن والإلكتروليتات إلى محاليل الأساس في أحوال مطهّرة ومعقّمة جداً، وتُطلَب معظم مضافات الإلكتروليتات منفردة بالوجبة الطبية التي يكتبها الطبيب. توجد أيضاً وصفات إلكتروليتات مخلوطة مسبقاً (Premixed Electrolytes Formulations) يمكن للمريض استخدامها. كما يتوافر في معظم المستشفيات مستحضرات الفيتامينات الشاملة (Comperhensive Vitamin Preparations) للتغذية غير المعوية، وهي تحتوي على الفيتامينات الذائبة في الدهن، والفيتامينات الذائبة في الماء. ويُعطي فيتامين ج غالباً منفرداً، ولا يضاف فيتامين ك إلى مستحضرات الفيتامينات الشاملة.

وفي الأحوال جميعها، يجب ألّا تُمثِّل الدهون أكثر من (60—70%) من إجمالي السعرات غير البروتينية اليومية (السائدة 25—50%)؛ أي لا تزيد على 2.5 جرام لكل كيلوجرام من وزن جسم الشخص البالغ لكل يوم. من جانب آخر، يُعَدّ مركّب الجلوكوز ضرورياً (500—900 سعر/ يوم للبالغين) لأنسجة الدماغ والأنسجة الأُخرى التي تحتاج إلى الأكسجين. وفي حال عدم تزويد الجسم بالجلوكوز، فإنّه يحصل عليه من الأحماض الأمينية عن طريق التصنيع (Gluconeogenesis).

ولتجنّب حدوث تكسّر (Cracking) لمستحلب الدهن، يجب إتمام عملية الخلط بمحلول الأساس — إن أمكن— عند نقطة إدخال القسطر (أنبوب مطاطي) (Catheter) في الوريد.

يُضخ مستحلب الدهن بوساطة مجموعات من الأنابيب (Tubing Sets)، ويوصى عند بدء المعالجة (بضخ مستحلب الدهن 10% للبالغين) عمل اختبار الجرعة (A Test Dose)؛ وهو ملليلتر واحد تقريباً لكل دقيقة مدّة 5 دقائق. ويجب إعطاء المريض الحدّ الأعلى من الجرعة اليومية لمستحلب الدهن 10% (5مل/ كيلوجرام) في اليوم الأول، مع تحديد الكمية التي تَلزمه يومياً بعد ذلك.

وقد توافر في الأسواق حديثاً خليط من محلول الأساس مع مستحلب الدهن في عبوّة واحدة، ولكنّ استخدامه يتطلّب دقة متناهية، وإلّا سيتسبَّب في بعض المشكلات. يُطلَق على هذا الخليط اسم مزيج العناصر الغذائية المتكامل (Total Nutrient Admixtures) (Three—in—one System)، ويعطى المريض يومياً حقيبة واحدة تحوي ثلاثة لترات (3—L bag).

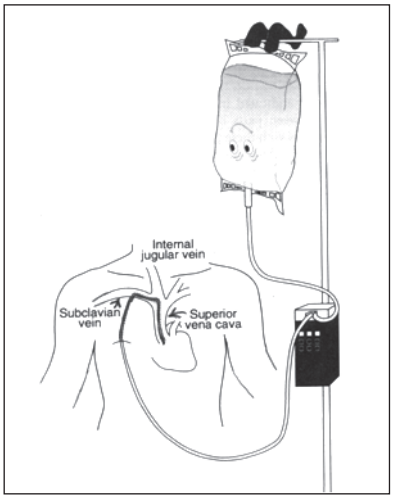
ب- التغذية غير المعوية الشاملة عن طريق الوريد المركزي (Central Vein ؛ TPN)

يُقصَد بهذا النوع من التغذية ضخ العناصر الغذائية عن طريق القسطر (أنبوب مطاطي) إلى الوريد تحت الترقوي (Subclavian Vein) المتجه إلى الوريد الأجوف العلوي (Superior Vena Cava)، انظر الشكل (7—2).

يقع الوريد تحت الترقوي في منطقة الكتف، ويستخدم عادة لإدخال Insertion قسطر التغذية غير المعوية الشاملة Catheter of TPN. وتُضخ غالباً المحاليل المرتفعة التركيز (2000 mOsm) منه؛ لأنّ الوريد المركزي كبير الحجم، وتمرّ منه كمية كبيرة من الدم تُسبِّب تخفيفاً لمحاليل التغذية المرتفعة التركيز. ويُعَدّ تخفيف المحاليل ضرورياً لمنع حدوث جلطة دموية، والتهاب الوريد، وغيرهما من المشكلات. كما تُعَدّ المحاليل المرتفعة التركيز التي تُضخ من الوريد المركزي مهمة لإحداث توازن النيتروجين الموجب في الجسم، وتعويض الأنسجة البروتينية المستنزفة.

يُناسب هذا النوع من التغذية مرضى الحروق الشديدة، والمرضى الذين يعانون سوء التغذية جرّاء نقص السعرات والبروتين، ومرضى العمليات الجراحية الذين لا يستطيعون تناول الأغذية عن طريق الفم أياماً عدّة، والمرضى الذين يعانون الإسهال أو التقيّؤ مدّة طويلة.

الشكل (7-2): التغذية غير المعوية الشاملة خلال الوريد المركزي.



وفيما يأتي مثال على محلول يمكن ضخه بوساطة الوريد المركزي:

500 ملليلتر من محلول الدكستروز (50%) + 500 ملليلتر من محلول الأحماض الأمينية (8.5%)

إذن، كمية السعرات في المحلولين= (250×3.4) + (4× 42.5) = 1020سعراً.

ويُعزى السبب في استخدام 500 ملليلتر من كل محلول (الإجمالي 1000 ملليلتر) إلى تخفيف المحلول. ويضخ المحلول (1000 ملليلتر) المخفّف خلال أول 24 ساعة؛ بهدف إعطاء المريض فرصة للتكيّف مع التركيز المرتفع من الجلوكوز والأسموزية. وبعد انقضاء هذه الساعات، تزاد كمية السعرات بنحو 1000سعر؛ أي إنّ إجمالي السعرات اليومية يبلغ نحو 2020 سعراً. ثمّ يعطى المريض مستحلب الدهن ومحلول الدكستروز الكامل التركيز في اليوم الثالث. ويجب أن يحصل المريض على نحو 3000 سعر كل 24 ساعة، وأن يحتوي المحلول الأخير (محلول الدكستروز) على الفيتامينات والمعادن، وأحياناً الأنسولين، في حال ارتفع مستوى الجلوكوز في الدم.

وقد أخذت بعض المستشفيات حديثاً تستخدم مزيج العناصر الغذائية المتكامل (مزيج ثلاثة في واحد) في هذا النوع من التغذية. وتوجد أربعة أنواع من محاليل مزيج العناصر الغذائية المتكامل (انظر الشكل 4—7) التي تُضخ خلال الوريد المركزي، هي:

- مزيج متوسط النيتروجين، وهو ملائم لمعظم المرضى.
- مزيج مرتفع التركيز.
- مزيج مرتفع التركيز جداً. والنوعان الثاني والثالث ملائمان للمرضى الذين يعانون إجهاداً شديداً، مثل إصابة عضو أو نسيج (Major Trauma) إصابة رئيسة، شريطة سلامة الكليتين.
- مزيج منخفض النيتروجين، وهو ملائم في حالة الاختلال الوظيفي للكليتين.

تحتوي الوجبة المتوسطة النيتروجين (Intermediate—Nitrogen TPN Formula) على نحو 1000سعر في 786 ملليلتراً، حيث إنّ 60% من السعرات مصدرها الجلوكوز، و 16% البروتين، و 24% الدهن. وهي تحتوي على 40 جراماً من الأحماض الأمينية (6.3 جرام من النيتروجين) لكل 1000سعر (840 سعرات غير بروتينية).

وبوجه عام، يجب حساب حاجة المريض من السعرات والبروتين لتحديد وجبة التغذية غير المعوية الشاملة (TPN Formula). وقد لا يحتاج المريض أحياناً إلى مستحلب الدهن في أثناء التغذية غير المعوية الشاملة؛ أي يُضخ فقط محلول الأساس، انظر الشكل (7—3) الذي يعرض نموذجاً لطلب التغذية غير المعوية الشاملة (TPN Order Form) عن طريق الوريد المركزي.

إرشادات أساسية في التخطيط لـ (TPN) عن طريق الوريد المركزي:

- استخدام طرائق معقّمة في أثناء تداول القسطر، وإيصال الأنابيب لتجنّب حدوث التلوث.
- عمل أشعة للصدر (Chest X—Ray) بعد وضع القسطر، وقبل بدء ضخ محلول الـ (TPN).
- عدم سحب الدم من خط الـ (TPN).
- تغيير الأنبوب كل 24 ساعة.
- احتواء محلول الأساس المألوف في حالة الـ (TPN) خلال الوريد المركزي، على 500 ملليلتر من الأحماض الأمينية (8.5%)، و 500 ملليلتر من الدكستروز (50%). ويُوفِّر هذا المحلول القياسي كميات مناسبة من النيتروجين، فيُحدث توازن النيتروجين الإيجابي في الجسم لمعظم المرضى، حين يعطى بمعدل (3—4) لترات في اليوم.
- لعلّ أكثر الطرائق دقة هي حساب حاجات البروتين والسعرات؛ كلٌّ على حِدَة (Independently)، ثمّ أَخْذ الكميات المناسبة من كل عنصر من هذه العناصر، انظر الجدول (7—4) الذي يُوضِّح خصائص محاليل الأحماض الأمينية. (سنناقش لاحقاً —إن شاء الله— استخدام المحاليل الأساسية التي تحتوي على أحماض أمينية محوّرة (Modified—AA) في حالة الفشل الكلوي والفشل الكبدي).
- ملاحظة أنّ محاليل الأحماض الأمينية تحتوي على كميات مختلفة من إلكتروليتات المعادن (انظر الجدول 7—4). لهذا، فمن المهم جداً أن يأخذ الصيدلي في الاعتبار محتوى الإلكتروليتات في محلول الأحماض الأمينية عند كتابة الوصفة الدوائية (Prescription) النهائية الخاصة بالإلكتروليتات. كما يجب الانتباه إلى أنّ تركيز الإلكتروليتات في محلول الأحماض الأمينية ينخفض عند خلط محلول الأحماض الأمينية بالدكستروز المركّز، لتكوين المحلول الأساس.
- إضافة المعادن الكبرى (Major Minerals) بتحديد المضاف الفعلي (Actual Additive) منها، مثل: كلوريد الصوديوم، وأسيتات الصوديوم، وكلوريد البوتاسيوم، وجليكونات المغنيسيوم. أو بطريقة أُخرى أكثر دقة؛ هي تحديد تركيز كل واحد من الأنيونات والكاتيونات منفرداً. ويساعد الشكل (7—2) (نموذج طلب الأيونات) الطبيب على طلب التركيز النهائي لكل واحد من الأيونات منفرداً. كما تُوضِّح البيانات في الجدول (7—7) حاجات المرضى البالغين للإلكترليتات في حالة الـ (TPN)، وتساعد هذه البيانات الطبيب أو اختصاصي التغذية على تحديد الكمية في أثناء إعداد الطلب.
- توزيع الحاجات اليومية من الإلكتروليتات على قوارير (Bottles) الـ (TPN) اليومية بالتساوي. ويجب ألّا تزيد كمية المغنيسيوم المضافة لأيٍّ من القوارير على 12.2 مكافئ المليجرام (mEq).
- طلب الفيتامينات يومياً، أو يوم بعد يوم، وضخ فيتامين ك منفصلاً بمعدل 10ملليجرامات مرّة في الأسبوع، في محلول الـ (TPN) للمرضى جميعاً، ما عدا الحوامل (ملليجرام واحد يومياً). ويمكن الدعم بكمية إضافية من فيتامين ج في حالة الإجهاد الأيضي الشديد.
- اعتماد وصفة الفيتامين المناسب للمرضى البالغين، الواردة في طلب (MVI—12)، انظر الشكل (7—3). بحيث يُعطى بمعدل 10ملليلترات في اليوم؛ على أن تحوي كميات الفيتامينات المُوضَّحة في الجدول (7—2)، وكذلك طلب فيتامين ك الذي يعطى بمعدل 10ملليجرامات تحت الجلد (Subcutaneously) مرّة في الأسبوع.

الجدول (7-7): محتوى محاليل الأساس القياسية في حالة الـ (TPN) عن طريق الوريد المركزي للمرضى العاديين والمرضى الذين بحاجة إلى تعديل محاليل الأساس

(Sample Formulation of Standardized Central Vein TPN Base Solution for the Average Patient and for Patients Requiring Base Solution Modification)

المضافات	المحلول القياسي Standard solution			محلول الصوديوم في حالة الفشل القلبي (قليل الحجم والتركيز) Heart failure solution (Low volume–low Na+)			محلول البوتاسيوم والصوديوم القليل التركيز Low K+ – low Na+ Solution			محلول الفشل الكلوي Renal failure solution		
Additives	From Additives	Provided[a] by amino acid solution	Final content	From Additives	Provided[a] by amino acid solution	Final content	From Additives	Provided[a] by amino acid solution	Final content	From Additives	Provided by amino acid solution	Final content
Crystalline amino acids 8.5%	500ml		4.25%	300ml		3.18%	500ml		4.25%			-
Nephramine 5.4%			-			-			-	500ml		3.38%
Dextrose 50%	500ml		25%			-	500ml		25%			-
Dextrose 70%			-	500ml		44%			-	300ml		26%
Sodium (mEq)	35	5	40	-	3	3	-	5	5[b]	c	3	3
Potassium (mEq)	40	-	40	40	-	40	9	-	9	c	-	-
Chloride	35	-	35	-	-	0	-	-	0	c	-	-
Calcium (mEq)[d]	4.6	-	4.6	4.6	-	4.6	4.6	-	4.6	c	-	-
Phosphorus (mmol)[e]	7	5	12	7	3	10	6	5	11	c	-	-
Magnesium (mEq)[f]	8.1	-	8.1	8.1	-	8.1	8.1	-	8.1	c	-	-
Sulfate (mEq)[g]	8.1	-	8.1	8.1	-	8.1	8.1	-	8.1	c	-	-
Gluconate (mEq)[g]	4.6	-	4.6	4.6	-	4.6	4.6	-	4.6	c	-	-
Acetate (mEq)[g]	30	37	67	30	22.2	58.2	-	37	37	c	22	22
Approximate total volume (g)			1050ml			830ml			1015ml			800ml
Amino acids			42.5			25.4			42.5			27.0
Nitrogen			6.5			3.9			6.5			3.2
Protein equivalent[h]			41			24			41			20
Nonprotein calories (kcal)[i]			850			1190			850			714
Caloric Concentration (kcal/ml)			0.81			1.4			0.84			0.89

a) Based on electrolyte content of FreAmino III 8.5%

b) Additional sodium can be added as NaCl.

c) Additives only as indicated by serum levels.

d) Added as calcium gluconate 0.46 mEq/ml.

e) Added as potassium phosphate K_+ 4.4 mEq/ml .Phosphorus 3 mmol/ml.

f) Added as magnesium sulfate 4.06 mEq/ml.

g) Not ordered by the physician: these anions balance the ordered cations.

h) Based on 6.25 g protein per gram nitrogen.

i) Dextrose monohydrate provides 3.4 kcal/g.

- إضافة مدعّمات الزنك (Zinc) إلى محاليل الـ (TPN) بصورة كبريتات الزنك (انظر الجدول 7—3). ويوصى بنحو 4 ملليجرامات/يوم لمعظم المرضى البالغين في حالة عدم وجود فقدان للزنك من الأمعاء.
- معالجة نقص الحديد باستخدام الحديد غير المعوي (Parenteral Iron) من مثل (Iron Dextran)؛ وذلك بإعطائه عن طريق الأوردة (IV) أو العضلات (IM). ويتم عادة الحصول على الحاجات اليومية العادية بتناول ملليلتر واحد من (Iron Dextran) (Imferon) (50 mg Elemental Iron) شهرياً، تضاف مباشرة إلى محلول الأساس. وفي حال تَبيّن وجود فقدان للحديد من خلال الجهاز الهضمي، أو جرح، أو نزيف، يجب زيادة الكمية المقدّمة للمريض.
- نظراً إلى ظهور أعراض نقص اليود والسيلينيوم على بعض المرضى الذين اعتمدوا على الـ (TPN) مدّة طويلة؛ يُعطى اليود بصورة أيوديد البوتاسيوم، أو أيوديد الصوديوم (ميكروجرام واحد/كيلوجرام/يوم)، ويعطى السيلينيوم بصورة (Selenous Acid) (40 ميكروجراماً في المجمل). ويمكن إعطاء 20 ميكروجراماً من الموليبدنيوم يومياً.
- ملاحظة أنّ إضافة الأنسولين الطبيعي (العادي) (Regular Insulin) مباشرة إلى محلول الـ (TPN)، يُقلّل من حدوث ارتفاع في مستوى الجلوكوز بالدم، علماً بأنّ الأنسولين لا يضاف بصورة دورية إلى محلول الـ (TPN). أمّا بالنسبة إلى المرضى الذين يحتاجون إلى الأنسولين قبل بدء الـ (TPN)، فيضاف غالباً ثلث أو نصف الجرعة اليومية المعتادة بصورة أنسولين طبيعي إلى عبوّة (TPN

Bag)، يلي ذلك الدعم بكميات إضافية من الأنسولين باستخدام الحقن، وحسب مؤشر مستوى الجلوكوز في الدم. يعطى الأنسولين أيضاً إلى المرضى الذين لم يسبق لهم تناوله من قبلُ في حالة ثبات مستوى جلوكوز الدم فوق 200 ملليجرام لكل 100 ملليلتر دم عند استخدام الـ (TPN). وتُقدَّر الجرعة الأولية من الأنسولين التي يمكن أن تضاف إلى محلول الأساس بنحو (5—10) وحدات من الأنسولين البشري Humulin لكل لتر من سائل الـ (TPN) يحتوي على 25% من الدكسترون (التركيز النهائي)؛ وذلك للتقليل من ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم.

كما يمكن إضافة الهرمونات القشرية (Corticosteroids) إلى محلول الأساس للمرضى الذين يعانون التهاباً في الأمعاء، انظر الجدول (7—8) الذي يُوضِّح بعض المضافات التي يتوافق بعضها مع محلول الأساس، أو مع مزيج ثلاثة في واحد، أو مع الاثنين معاً.

- حصول المريض على حاجاته من حمض اللينوليك (EFA) من تقديم مستحلب الدهن عن طريق الأوردة. وقد تَبيّن أنّ تقديم 500 ملليلتر من مستحلب الدهن (10%) مرّتين في الأسبوع، يُوفِّر للمريض كامل حاجاته من الـ (EFA)، انظر الجدول (7—6). ويمكن للمريض أن يحصل على حاجاته من الـ (EFA) من تناول الزيوت عن طريق الفم (ملعقة— ملعقتي طعام/ يوم).

- وجوب إدخال محلول الـ (EFA) ببطء في البداية؛ نظراً إلى ارتفاع أسموزيته (Hyperosmolar)، وارتفاع تركيزه من الجلوكوز. ولهذا يُقدَّم للمريض لتر واحد خلال أول 24 ساعة باستخدام سكب التقطير الثابت (Constant Drip Infusion) الذي يُحافظ عليه بالجاذبية أو بالمضخة. ثمّ يزداد معدل التقديم تدريجياً، بحيث يحصل المريض على كامل حاجاته الغذائية خلال (4—5) أيام؛ على أن يكون تقديم المحلول ضمن معدل ثابت.

- وجوب المتابعة الدقيقة لمستوى الجلوكوز في الدم والبول، ومستوى الإلكتروليتات في الدم، ومستوى ونيتروجين يوريا الدم (BUN)، ونتاج البول (Output Urine)؛ وذلك عند بدء تقديم محلول الـ (EFA). وقد يحتاج المريض إلى الأنسولين في حالة ضعف استجابة الجسم له.

- أقصى كمية يمكن إعطاؤها للمريض يومياً من محلول الـ (TPN) هي 4 لترات. ويمكن إضافة كمية إضافية من الدهن إلى المحلول لزيادة كمية السعرات في حالة المرضى الذين يحتاجون إلى أكثر من 3000 سعر في اليوم.

- يمكن للمرضى الذين يشعرون بالجوع في أثناء الـ (TPN) تناول بعض الأغذية بالفم إذا كان ذلك ممكناً. ولكن، إذا تعيّن إراحة الجهاز الهضمي، فلا يمكن تقديم أيّ غذاء بالفم، ولا حتى تقديم الماء. ويمكن مص قطع صغيرة من الثلج.

- ملاحظة أنّ التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) تُحدث زيادة في الوزن لا تزيد على (0.1 — 0.2) كيلوجرام في اليوم. وتُمثِّل هذه الزيادة كمية الأنسجة التي يمكن أن يصنعها الجسم خلال 24 ساعة. إنّ حدوث زيادة في الوزن أكثر من ذلك يُعَدّ مؤشراً على احتباس السوائل في الجسم. ويحدث ذلك غالباً عند بدء تغذية المرضى الذين يعانون سوء التغذية تغذيةً غير معوية شاملة (TPN) خالية من السعرات غير البروتينية، من مثل الجلوكوز فقط.

- وجوب تعديل الـ (TPN) حين يصل المريض إلى الوزن المثالي؛ وذلك للمحافظة عليه (IBW).

- إنّ ممارسة النشاط العضلي الخفيف (Exercise) يساعد على تصنيع الأنسجة العضلية في الجسم. فمثلاً، في حالة استنزاف بروتينات الجسم تظل عضلة القلب تعمل حتى النهاية بسبب حركة القلب. لهذا يُعَدّ النشاط البدني والعلاج الطبيعي (Physical Therapy) مهما جداً للمرضى الذين أُعيد تأهيلهم غذائياً.

الجدول (7-8): مدى توافق التغذية غير الشاملة (TPN) مع الأدوية
(Compatibility of Total Parenteral Nutrition and Piggybacked Medications)

Additive	TPN Base[a]	Three-in-one	Additive	TPN Base	Three-in-one
Albumin	C	I	Hydrocortisone	C	X
Amikacin	C	I	Imipenem	X	X
Aminophyline	C	C	Insulin	C	C
Amphotericin B	I	I	Iron Dextran	C	I
Ascorbic Acid	C	C	Isoproterenol	C	C
Carbenicillin	C	X	Kanamycin	C	C
			Lidocaine	C	C
Cefazolin	C	C	Meperidine	C	X
Cefoxitin	C	C	Methicillin	C	X
Cephalothin	C	X	Metronidazole	I	I
Cephapirin	C	C	Methyldopate	C	I
Chloramphenicol	C	X	Mezlocillin	C	X
Cimetidine	C	C	Morphine	C	X
Clindamycin	C	C	Multivitamins	C	C
Cyanocobalamin	C	X	Nafcillin	C	X
Cyclosporine	C	X	Norepinephrine	C	C
Cytarabine	C	X	Octreotide	I	I
Dexamethasone	C	C	Oxacillin	C	C
Digoxin	C	C	Penicillin G	C	C
Dopamine	C	C	Potassium		
Doxycyline	C	X	Phenytoin	I	I
Erythromycin	C	C	Phytonadione	C	C
Famotidine	C	C	Piperacillin	C	C
Folic Acid	C	C	Ranitidine	C	C
Furosemide	C	C	Ticarcillin	C	C
Gentamicin	C	C	Tobramycin	C	C
Heparin	C	C	Vancomycin	C	C

سي: متوافقة، أي: غير متوافقة ، إكس: غير موصى بها أو لاتوجد معلومات
يعني خليط من محلول الاحماض الامنية والدكستروز والالكتروليتات.TBN محلول الأساس في حالة

C, Compatible; I, Incompatible; X, not recommended or no information.

[a]TPN base refers to a mixture of amino acid solution, dextrose, and electrolytes.

وجوب بدء التغذية غير المعوية الشاملة ببطء مع الزيادة التدريجية في كمية السوائل المقدّمة يومياً؛ وذلك للتأكّد من تحمل المريض الدكستروز المركّز، وحجم المحلول الأساس. ويُعطى المريض عادة لتراً واحداً من محلول الأساس خلال اليوم الأول؛ أي أول 24 ساعة. وعند التأكّد من تحمّل المريض لهذه الكمية يزاد حجم محلول الأساس بمقدار لتر واحد في اليوم. وقد طُبِّقت حديثاً التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) بحدّها الأقصى (3 لترات يومياً) ولم تحدث أيّة مشكلات. ولكن، في حالة ارتفاع مستوى السكر في الدم، أو عدم تحمّل الجلوكوز، يجب التدرّج في معدل الضخ للتحكم في مستوى الجلوكوز في الدم. وتستمر الزيادة بالمعدل نفسه في اليوم الثالث، حتى نصل إلى الكمية اليومية المناسبة التي تُزوِّد المريض

بكامل حاجاته من البروتين والسعرات.

ويتعيّن عند بدء التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) ملاحظة الآتي:

- ملاحظة أيّة أعراض جديدة تظهر على المريض، خاصة ارتفاع درجة الحرارة.
- تدوين وزن المريض يومياً.
- تدوين الكمية المتناولة من محلول الـ (TPN) والكمية المتبقية على السجل (Flow Sheet).
- قياس نسبة الجلوكوز والكيتونات (Ketones) في البول.
- تغيير الأنبوب يومياً (IV Tubing).
- تغيير القسطر (Catheter) كل 48 ساعة.
- إبلاغ الطبيب في حالة ارتفاع درجة حرارة الجسم ($\geq 38C°$)، أو ارتفاع نسبة الجلوكوز (+4) في البول.
- وجوب التدرّج في إيقاف (Discontinuance) الـ (TPN)؛ لتجنّب انخفاض مستوى الجلوكوز في الدم. وبوجه عام، يوصى في حالة الرغبة في إيقاف الـ (TPN) أن تُخفَّض الكمية المُقدَّمة إلى نحو (1—2) لتر/ 24 ساعة، ثمّ الاستغناء عن محلول الوريد المركزي، واستبدال دكستروز (10%) به، بمعدل 50 ملليلتر لكل ساعة خلال الأربع والعشرين ساعة القادمة (التالية).

مراقبة الوظائف الأيضية في أثناء التغذية غير المعوية
(Monitoring Metabolic Functions during Parenteral Nutrition)

يتعيّن عمل العديد من الاختبارات المعملية بصورة دورية في أثناء التغذية غير المعوية؛ للكشف عن حدوث أيّة اضطرابات أيضية، ومن هذه الاختبارات:

1- قياس الإلكتروليتات ونيتروجين يوريا الدم وجلوكوز الدم يومياً خلال الأسبوع الأول من التغذية غير المعوية الشاملة (TPN).

2- الكشف عن الجلوكوز في البول والأستون (Acetone) يومياً خلال الـ (TPN)، ويحتم اكتشاف زيادة في مستوى سكر البول مقدارها 3^+ أو 4^+ إلى ضرورة تقدير السكر في الدم. ويقاس في البداية مستوى سكر الدم كل 6 ساعات مدّة 48 ساعة، ثمّ يقاس مستوى السكر في كل صباح طوال مدّة الـ (TPN). ويحرص على قياس جلوكوز الدم بصورة دورية في حال إصابة المريض بالسكري.

3- قياس الجليسريدات الثلاثية في البداية، ثمّ بعد مُضيّ 48 ساعة، ثمّ مرّة واحدة في الأسبوع؛ للتأكّد من أنّ المريض يتخلص من الدهون الداخلة مع مزيج الـ (TPN). وفي المقابل، يجب عدم سحب الدم مباشرة من خط قسطر الـ (TPN) لأجل القياسات المعملية الدورية.

وفيما يأتي بيان للقياسات المقترحة بخصوص تتبع حالة المريض في أثناء التغذية غير المعوية الشاملة (TPN):

أ- **عند بدء الـ (TPN):**

قياس الإلكتروليتات ($Bicarbonate, Cl^-, K^+, Na^+$)، ونيتروجين يوريا الدم (BUN)، والكرياتينين (Creatinine)، وعدد خلايا الدم الكلي (CBC: Complete Blood Cell Count)، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والفوسفات، والفوسفوتيز القلوي، والألبيومين، وسابق الألبيومين (Prealbumin)، والجليسريدات الثلاثية، وزمن البروثرومبين (Prothrombin Time)، و(Total Bilirubin)، و Aspartate Aminotransferase (AST).

ب- **بعد مُضيّ 48 ساعة من بدء الـ (TPN):**

إعادة القياسات نفسها الواردة في (أ)، ما عدا الكرياتينين، وسابق الألبيومين (Prealbumin).

ج- **كل يوم إثنين:**

إعادة القياسات نفسها الواردة في (أ).

د- **كل يوم أربعاء وجمعة:**

قياس الإلكتروليتات، و(BUN.)

وفي حال كانت القياسات جميعها في (أ) و (ب) طبيعية، فإنّه يوصى بقياسها بعد ذلك مرّة واحدة في الأسبوع ما عدا الإلكتروليتات والـ (BUN)، فإنّهما يُقاسان ثلاث مرّات أسبوعياً.

4- تتبع إنزيمات الكبد، مثل: مصل الفلوتاميك للبيروفيك (SGPT)، والكاليـن فوسفاتيز (Alkaline Phosphatase)، و ناقلة أمين الفلوتاميك للاكسالواسيتيك (SGOT) كل (3—4) أيام؛ للتأكّد من عدم تأثير الـ (TPN) في الكبد.

5- تتبع وزن المريض يومياً بسبب الإفراط في السوائل. ويتوقّع حدوث زيادة في الوزن مقدارها 5.1 كيلوجرام أو أقل كل أسبوع في أثناء الـ (TPN) المركّزة (TPN Intensive)، ولكنّ زيادة الوزن أكثر من 5.1 كجم يُعَدّ مؤشراً على احتباس (Retention) السوائل والأملاح. وبوجه عام، يُعَدّ الوزن مؤشراً جيداً على مدى الإشباع الغذائي الناجح.

مراقبة مدى كفاية البروتين والسعرات في أثناء التغذية غير المعوية
(Monitoring Adequacy of Protein and Calorie during Parenteral Nutrition)

1- يُعَدّ التغيّر في الوزن خلال التغذية غير المعوية المؤشر السهل للإشباع الغذائي الناجح، ولكنّ زيادة الوزن تشير إلى تراكم الدهون والماء. وبوجه عام، فإنّ قياس نيتروجين يوريا البول (UUN) (يُجمع البول خلال 24ساعة) يُعَدّ من أفضل المؤشرات على توازن النيتروجين في حالة عدم التأكّد من كفاية الـ (TPN). ويمكن عمل الـ (UUN) يومياً، أو يوماً بعد يوم حتى الوصول إلى توازن النيتروجين الإيجابي.

2- يحدث تحسّن بطيء في بروتينات الدورة الدموية (Circulating Proteins) (الألبيومين، والترانس فيرين، وغيرها)، وهو يعكس حدوث تحسّن في بروتينات الجسم.

3- لا يحدث تغيّر في القياسات الأنثروبومترية في أثناء التغذية غير المعوية (غير فاعلة لتتبع تقدّم الحالة)، إلّا أنّها تُعَدّ مؤشراً جيداً عند بدء تقييم حالة المريض الغذائية.

ويُوضِّح الجدول (7—9) المتغيّرات الواجب متابعتها في أثناء التغذية غير المعوية الشاملة (TPN).

التغذية غير المعوية المعدّلة لأمراض فشل الأعضاء
(Modification of Parenteral Nutrition for Disease with Organ Failure)

أ- التغذية غير المعوية لمرضى الفشل الكلوي (Parenteral Nutrition for Renal Failure)

يرتبط مستوى نيتروجين يوريا الدم (BUN) بأعراض ارتفاع مستوى المخلّفات النيتروجينية في الدم (Uremia)، أو (Uremic Syndrome). لهذا يُعَدّ الـ (BUN) مؤشراً جيداً لمنتجات النفايات (Waste Products) التي تُسهِم في حدوث أعراض ارتفاع مستوى المخلّفات النيتروجينية في الدم.

يُذكَر أنّ اليوريا (Urea) هي مخلّفات نيتروجينية تنتج من أيض الأحماض الأمينية (البروتينات) جرّاء نزع مجموعة الأمين (Deaminized) من الأحماض الأمينية في الكبد، وتفرز في البول. وللمحافظة على توازن النيتروجين الإيجابي لدى مرضى الفشل الكلوي، يجب الحدّ من البروتين بما لا يقل عن (0.5—0.6) جرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم لكل يوم؛ أي نحو 40جرام بروتين للأشخاص البالغين. وبعبارة أُخرى، يوجد خفض في الأحماض الأمينية الأساسية المتناولة. وفي المقابل، يعطى المريض الذي يخضع للديلزة نحو (0.8—1) جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم

لكل يوم. وبشكل عام تراعى الصفات الثالثة التالية في محاليل مرضى الفشل الكلوي (جدول رقم 7—4، و 7—7):

- ملاحظة محتوى هذه المحاليل من الإلكتروليتات.
- احتواؤها على أقل كمية من الحاجات النيتروجينية اليومية للمحافظة على توازن النيتروجين الإيجابي.
- إمكانية تحضير محلول أساس خاص بمرضى الفشل الكلوي بناءً على الجدول (7—7)؛ أي يتكوّن **من خلط المواد التالية (مثال 1)**:

500 ملليلتر (Nephramine) (5.4%).

300 ملليلتر دكستروز (70%) (في حالة الشخص السليم 500 مل، 50%).

800 ملليلتر

إذن، السعرات غير البروتينية= 714سعراً/ 800 مل؛ أي (700×300÷1000×3.4).

وقد لوحِظ استخدام محلول الدكستروز بنسبة 70% بدلاً من 50% عند تحضير المحلول الأساس لمرضى الفشل الكلوي؛ وذلك لخفض الحجم الإجمالي الذي يُقدَّم يومياً، ولزيادة تركيز المحلول النهائي.

وتأسيساً على ذلك، فإنّ الأسموزية=

1270mOsm/0 800 مل؛ أي (440×500÷1000)+(3500×300÷300).

إذن:

الأسموزية= 1587.5 mOsm/ لتر؛ أي (1270×1000÷ 800).

مكافئ البروتين= 20 جراماً/800 مل؛ أي (عدد جرامات النيتروجين ×6.25).

يمكن أيضاً تحضير محلول أساس لمرضى الفشل الكبدي يتكوّن من المواد الواردة في المثال رقم 2:

500 ملليلتر (Nephramine) (5.4%).

300 ملليلتر دكستروز (50%)

1000 ملليلتر

إذن:

السعرات غير البروتينية= 850 سعراً/ لتر.

الأسموزية= 1470 mOsm/ لتر.

مكافئ البروتين= 20 جراماً/ لتر.

الجدول (7-9): المتغيّرات الواجب متابعتها في أثناء التغذية غير المعوية الشاملة (TPN)

المتغيّرات الواجب متابعتها	التكرار المقترح*	
	الفترة الأولى	الفترة اللاحقة
- **متغيّرات النمو:**		
الوزن	يومياً	يومياً
الطول (الرضّع فقط)	أسبوعياً	أسبوعياً
محيط الرأس (الرضّع فقط)	أسبوعياً	أسبوعياً
- **متغيّرات أيضية:**		
أ- الدم:		
الإلكتروليتات في السيرم (Na^+, K^+, cl^-)	يومياً	3 مرّات في الأسبوع
نيتروجين يوريا الدم (BUN)	3 مرّات في الأسبوع	
إجمالي الكالسيوم والفوسفور في البلازما	3 مرّات في الأسبوع	مرّتان أسبوعياً
جلوكوز الدم	يومياً	3 مرّات في الأسبوع
ترانس أمينيز البلازما	3 مرّات في الأسبوع	مرّتان أسبوعياً
إجمالي البروتين في البلازما	مرتان أسبوعياً	مرّة في الأسبوع
حالة الحمض - القاعدة في الدم	يومياً	3 مرّات في الأسبوع
الهيموجلوبين	يومياً	مرّة في الأسبوع
مدّة البروثرومبين	مرّة في الأسبوع	مرّة في الأسبوع
الأمونيا	مرّتان أسبوعياً	مرّة في الأسبوع
المغنيسيوم	مرّتان أسبوعياً	مرّة في الأسبوع
الزنك	مرّة في الأسبوع	مرّة في الأسبوع
النحاس	مرّة في الأسبوع	مرّة في الأسبوع
ب- البول:		
الجلوكوز	(4-6) مرّات في اليوم	مرّتان في اليوم
الأسموزية، أو الوزن النوعي (Specific Gravity)	(2-4) مرّات في اليوم	يومياً
نيتروجين اليوريا في البول (UUN)	مرّة في الأسبوع	مرّة في الأسبوع
- **قياسات عامة:**		
حجم السكب (Volume of Infusate)	يومياً	يومياً
تناول الطعام بالفم (في حال تطبيقه)	يومياً	يومياً
حجم البول	يومياً	يومياً
- **الوقاية من الالتهاب واكتشافه:**		
ملاحظات إكلينيكية (النشاط، ودرجة الحرارة، وغيرهما)	يومياً	يومياً
حساب عدد خلايا الدم البيضاء (WBC)	حسب التوجيه	حسب التوجيه
الزراعة (Cultures)	حسب التوجيه	حسب التوجيه

المرجع: Krause, M.V, and Mahan, L.K. (1984م)، ص.731.

* الفترة الأولى تعني المدّة التي يتم فيها التناول الكامل للجلوكوز (Full Glucose Intake)، في حين تعني الفترة اللاحقة المدّة التي يكون فيها ثبات للحالة الأيضية.

يُذكَر أنّ استخدام قارورتين من واحد فقط من المحلولين الأساسيين (2000 ملليلتر، أو 1600 ملليلتر على التوالي) في المثالين أعلاه، يُزوِّد مريض الفشل الكلوي المزمن (Chronic Renal Failure) بحاجاته من السعرات والبروتين من دون حدوث ارتفاع في الـ (BUN)، ويُناسب ذلك فقط المريض الذي لا يخضع لديلزة الدم المزمنة (Chronic Hemodailysis).

أمّا الاستعمال الأكثر ذيوعاً (A more Liberal Use) من الوجبات التي تحوي أحماضاً أمينية قياسية فيُناسب مرضى الديلزة (غسيل الكلى). ومن الضروري جداً تتبع حدوث أيّة مضاعفات، وكذلك مدى كفاية البروتين والسعرات للتأكّد من ملاءمة محلول الأساس.

يمكن أيضاً استخدام مزيج منخفض التركيز (A Low Nitrogen Admixture) (مزيج ثلاثة في واحد) (انظر الشكل 7—4) يحتوي على محلول أحماض أمينية قياسية؛ لتزويد المريض بكمية كبيرة من السعرات من دون التسبُّب في ارتفاع مستوى نيتروجين يوريا الدم (BUN)، ومن دون إحداث زيادة في تحميل السوائل.

يُعَدّ استعمال الدهن مصدراً للطاقة أمراً مهماً في حالة الفشل الكلوي؛ إذ يُزوِّد المزيجُ المنخفض الدهن المريضَ بكمية مركّزة من السعرات تُقدَّر بنحو 1.5سعر لكل ملليلتر مقارنة بالسعرات التي يحصل عليها المريض من محلول الأساس (Base Solution) في المثال رقم 1 (0.89 سعر/مل)؛ أي (714÷800)، والمثال رقم 2 (0.85 سعر، أي 850÷1000). كما أنّ استخدام الدهن مصدراً للسعرات يُقلِّل من تحميل السوائل.

الشكل (7–4): نموذج طلب محلول التغذية غير المعوية (مزيج ثلاثة في واحد) خلال الوريد المركزي.

Check one	Standard Solutions	%Total Kcals Provided as Amino			Gm1000/Kcal Amino			Approx .Vol .Per 1000 Kcal
		Acid	Dextrose	Fat	Acid	Dextrose	Fat	
	a) Intermediate Nitrogen	16%	60%	24%	40	176	27	786 ml
	b) High Nitrogen	20%	55%	25%	50	162	29	843 ml
	c) Very High Nitrogen	24%	56%	20%	60	165	22	946 ml
	d) Low Nitrogen	12%	65%	23%	30	191	26	680 ml
	e) Modified (Approval Required)	%-	%-	%-	-	-	-	-
	f) Paripheral	16%	32%	52%	40	94	58	1429 ml
	g) Amino Acid / Dextrose	10% Amino Acid___ ml 70% , Dextrose ____ml						
	Lipids (as separate Infusion)	Circle one 100 :ml 250 ,ml 500 ,ml 20% ,Interallpid Rate ____ ml/hour						

Electrolytes	Suggested Daily Amount	Quantity Ordered	الوزن: الطول: (تُستعمَل للحسابات الغذائية) الإلكتروليات في السيرم
Sodium	60–120 mEq	mEq	
Potassium	30–80 mEq	mEq	
Chloride	80–140 mEq	mEq	
Acetate	_	Balance	
Calcium	4.6–9.2 mEq	MEq	
Magnesium	8.1–24.3 mEq	MEq	
Phosphorus	12–24 mMol	mMol	
Micronutrients			
MVI 12	10 ml/day	Ml	
Trace Elements–5	1 ml/day	Ml	
Vitamin K	10 mg/Monday	Mg	
Medication			
Regular Insulin	Reg. Humulin only	Units	Mg^{++}
			PO4

Comments :.....

Date .....: Time:..... Physician Signature:.....

.....

Beeper ..... print Physician Name:

وفيما يخص الإلكتروليتات، يجب الحدّ من البوتاسيوم والفوسفور والمغنيسيوم والصوديوم والكلوريد مقارنة بالحاجات اليومية للمريض ذي الكلية ذات الفاعلية الطبيعية. ويجب مراقبة مستوى هذه المعادن في الدم يومياً حتى الوصول إلى محلول الأساس المناسب؛ على أن يُستغنى عن هذه المعادن من الوجبة إذا كانت نسبها مرتفعة. يجب أيضاً إعطاء المريض الدعم اليومي اللازم من المعادن (الحد الأدنى من المدى) إذا كانت نسبة المعادن في دمه طبيعية، أو لم يخضع للديلزة من قبلُ.

يُذكَر أنّ مرضى الفشل الكلوي يحتاجون إلى الدعم بالفيتامينات بالنسب نفسها المقدّمة للمرضى غير المصابين بالفشل الكلوي. وقد يتعيّن إعطاؤهم كميات إضافية من حمض الفولات والبيريدوكسين وفيتامين د عن طريق الفم. أضف إلى ذلك أنّ عملية الديلزة تُسبِّب خفضاً لمستوى الفيتامينات الذائبة في الماء.

ب- التغذية غير المعوية لمرضى الفشل الكبدي (Parenteral Nutrition in Liver Failure)

تستخدم التغذية غير المعوية الشاملة (TPN) على نحوٍ محدود جداً في حالة الفشل الكبدي بسبب احتمال حدوث تسمّم للكبد (Hepatotoxicity) من المحاليل المقدَّمة للمريض، أو نتيجة التأثيرات الضارة من عدم تنقية الدهون. وقد تحدث مضاعفات (Exacerbation) لمرضى اعتلال الدماغ الكبدي المنشأ (Encephalopathy) نتيجة التغذية بالبروتين؛ إذ تَبيّن حدوث ارتفاع للأحماض الأمينية الأروماتية، وانخفاض للأحماض الأمينية المتفرّعة السلسلة (BCAAs) لدى مرضى الفشل الكبدي، ومرضى اعتلال الدماغ الكبدي المنشأ. ويمكن قلب و عكس (Reverse) اعتلال الدماغ الكبدي المنشأ، وإعادة توازن النيتروجين الإيجابي في آنٍ معاً بتناول المدعّمات الغذائية الغنية بـ (BCAA HepatAmine) عن طريق الفم، انظر الجدول (7—4). يمكن أيضاً إخضاع مرضى الكبد ذوي الحالات المستقرة للـ (TPN) المحتوية على محلول الأساس المكوَّن من خليط (500 مل + 500 مل) من الأحماض الأمينية العادية (8.5%)، والدكستروز العادي (50%) كما مُوضَّح في الجدول (7—7).

ولتثبيط حدوث اعتلال الدماغ الكبدي المنشأ، يجب إعطاء المريض أقل كمية من البروتين يومياً، كما أنّ إعطاء المريض الذي يعاني الإجهاد الأيضي الخفيف (غير الحاد) (40—50) جراماً من الأحماض الأمينية المتبلورة يومياً، يفي بحاجاته من المدعّمات الغذائية. وبما أنّ الحدّ من البروتين هو أمر مهم لمنع اعتلال الدماغ الكبدي المنشأ، فإنّه يمكن تقديم محلول الأساس الذي يحتوي على نسب أعلى من السعرات غير البروتينية إلى النيتروجين (مقارنة بمحلول الأساس العادي الذي يحتوي على نسبة (نصف إلى نصف) من خليط الأحماض الأمينية 8.5%، والدكستروز 50%). يجب أيضاً الحد من الصوديوم والماء الحر (Free Water) بالنسبة إلى المريض الذي يعاني مرضاً شديداً في الكبد.

ج- التغذية غير المعوية لمرضى فشل القلب (Pareteral Nutrition in Heart Failure)

يتعيّن في حالة فشل القلب الحدّ من كمية السوائل المقدّمة للمريض والإقلال منها. لهذا يجب أن يكون محلول الأساس أكثر تركيزاً في محتواه من السعرات؛ وذلك لضمان عدم إعطاء المريض أكثر من 2000 ملليلتر خلال الأربع وعشرين ساعة، التي تُزوِّده بكامل حاجاته من السعرات والبروتين، انظر الجدول (7—7) الذي يعرض مثالاً على محلول أساس مركّز منخفض المحتوى من الصوديوم.

يجب ضخ محلول الأساس بحذر في حال وجود فشل بطيني (Ventricular Failure)؛ لأنّ ضخ حتى 2000 ملليلتر من محلول الـ (TPN) المركّز قد يُسرِّع حدوث الأديمة الرئوية (Pulmonary Edema). ويتوافر حديثاً وجبات قليلة النيتروجين (مزيج ثلاثة في واحد)، انظر الشكل (7—4)، تُزوِّد مرضى فشل القلب بكمية كبيرة من السعرات في حجم صغير من السائل. ويجب أن يكون محتوى الصوديوم في هذه الوجبات قليلاً جداً.

د- التغذية غير المعوية لمرضى الفشل التنفسي (Pareteral Nutrition in Respiratory Failure)

يزداد معدل إنتاج ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بشدة حين يُغذّى المريض الصائم المصاب بهذا المرض بوجبة غنية بالكربوهيدرات؛ لذا، فإنّ استخدام مرضى الفشل التنفسي الـ (TPN) يُسبِّب مشكلات نتيجة زيادة إنتاج CO_2. ويتضح ممّا ذُكِر آنفاً، أنّه يجب إحداث تعديل على خطة الـ (TPN)، بحيث يُزوَّد المريض بنحو (30—50%) من السعرات غير البروتينية اليومية بوساطة مستحلب الدهن لخفض إنتاج CO_2 الذي ينتج من التغذية بالكربوهيدرات منفردةً.

يستخدم مستحلب الدهن في حالة أمراض الجهاز التنفسي الشديدة بوصفه مصدراً للطاقة، حيث يُضخ على نحوٍ متواصل على مدار أربع وعشرين ساعة. ويجب الحدّ من حجم السوائل والصوديوم كما هو الحال بالنسبة إلى مرضى فشل القلب. كما أنّ الإقلال من إجمالي السعرات المتناولة يومياً يحدّ من إنتاج ثاني أكسيد الكربون، والعكس صحيح.

وبوجه عام، يحدث تحسّن في التنفس وانخفاض في إنتاج ثاني أكسيد الكربون إذا ضُخ مستحلب الدهن بصورة مستمرة على مدار أربع وعشرين ساعة.

هـ- التغذية غير المعوية لمرضى السرطان (Prenteral Nutrition in Cancer)

تفيد الـ (TPN) مرضى السرطان الذين يعانون نقص العناصر الغذائية، وتزيد من مقاومة أجسامهم في أثناء معالجة الأورام السرطانية. وهي تشمل غالباً مرضى السرطان الذين يعانون سوء التغذية، أو يعالجون كيميائياً من الأورام السرطانية. ويتعيّن تعديل محاليل (TPN) فقط إذا كان المصاب بالسرطان يعاني فشلاً عضوياً (Organ Failure).

تعديل (TPN) في حالة الإجهاد الأيضي الشديد (Modification of TPN in Sever Metabolic Stress)

يُنصح في حالة الإجهاد الأيضي الشديد بعمل الآتي:

1- يعطى المريض الجلوكوز بمعدل 800 سعر في اليوم؛ لأنّه يفيد الأنسجة التي تعتمد على استخدام الجلوكوز مصدراً للطاقة (خاصةً الدماغ) في حالة الإجهاد.

2- يكون إجمالي السعرات اليومية قريباً من حاجات الطاقة المحسوبة.

3- تعطى الدهون يومياً بوصفها مصدراً أساسياً للطاقة (30% من إجمالي الطاقة المقدّمة). وهي تحدّ من احتمال حدوث ارتفاع لمستوى الجلوكوز في الدم نتيجة ضخ كمية كبيرة من الجلوكوز المطلوب في هذه الحالة.

4- تُعَدّ زيادة كمية الأحماض الأمينية المتفرّعة السلسلة (BCAA) في محلول الأحماض الأمينية أمراً مهماً جداً، ويتوافر العديد من المحاليل التجارية، مثل: (HBC—FreAmin)، و (HBC—Aminosyn)، وكلاهما يحتوي على 45% من (BCAA) الغنية بالأحماض الأمينية المتفرّعة، انظر الجدول (7—4). وقد وُجِد أنّ الأحماض الأمينية المتفرّعة تؤيّض (Metabolized) مباشرة بوساطة الأنسجة العضلية، وتعمل بوصفها مصدراً للطاقة في حالة الإجهاد.

5- تُعَدّ محاليل الأحماض الأمينية القياسية مناسبة لمعظم المرضى. ولكن، يمكن تعديلها بزيادة (BCAA).

6- تساعد (BCAA) على إحداث توازن إيجابي للنيتروجين؛ لأنّها تُقلِّل من الأيض الهدمي للبروتين الذي يحدث بشدة في أثناء الإجهاد الأيضي، وتزيد من فقدان الأنسجة البروتينية.

التغذية غير المعوية المعدّلة للأطفال المرضى (Pediatric Patients in Modification of TPN)

تُطبَّق الأسس المذكورة جميعها آنفاً على الأطفال المرضى (Pediatric Patients)، إلّا أنّ طريقة التطبيق تختلف كثيراً، خاصةً بالنسبة إلى المواليد الجُدد (Neonates). وتوجد مراجع وكتب متخصصة يجب الرجوع إليها في حالة تغذية الأطفال (Pediatric Nutrition)؛ لمعرفة طريقة التطبيق الخاصة بهم.

دواعي استعمال التغذية غير المعوية (التغذية بالحقن) (Situations Using Parenteral Nutrition)

فيما يأتي المرضى الذين يمكنهم الاستفادة من التغذية غير المعوية:

1- المرضى الذين يعانون حروقاً شديدةً، أو تقيّؤاً وإسهالاً مستمرين.

2- المرضى الذين يعانون سوء التغذية الشديد (Severe Malnutrion)، ونقص الوزن الحاد، كما هو الحال بالنسبة إلى مرضى فقدان الشهية العصبي (Anorexia Nervosa).

3- المرضى الذين لا يستطيعون تناول الطعام عدّة أيام بعد إجراء بعض العمليات الجراحية (Postoperative)، أو في حالة عسر البلع، أو ضيق التنفس الشديد (Sever Dyspnea)، أو الإصابات الشديدة في الفم والفكين، أو فقدان الوعي (Coma).

4- المرضى الذين يعانون مشكلات في الجهاز الهضمي (مثل: الباسور، والناسور، ومرض كرون، وانسداد الأمعاء)، ويحتاجون إلى إراحة الأمعاء بصورة تامة.

5- مرضى السرطان (Patients Cancer) الذين يخضعون للمعالجة الكيميائية (Chemotherapy)، أو المعالجة الشعاعية (Radiotherapy).

6- المرضى المصابون بأمراض مرهقة شديدة (Exhausting Diseases)، وأولئك الذين لن يُقدَّم لهم الطعام مدّة (7—10) أيام بعد المعالجة.

7- المرضى الذين يعانون التهاب القولون التقرّحي (Ulerative Colitis)؛ إذ يستفيد هؤلاء المرضى من إراحة الأمعاء عن طريق التغذية غير المعوية الشاملة.

8- المرضى الذين يعانون أعراض قصر الأمعاء. فقد تَبيّن أنّ التغذية غير المعوية الشاملة تفيد كثيراً في معالجة المرضى الذين أُزيل جزء من أمعائهم، حيث تختفي معظم الأعراض المرضية. كما تحافظ (TPN) على توازن السوائل والمعادن في الجسم، وتمنع استنزاف العناصر الغذائية فيه خلال مدّة التكيّف (شهر — شهرين)، وقبل بدء التغذية المعوية الكاملة. وتتطلّب حالة بعض هؤلاء المرضى المواظبة على الـ (TPN) مدّة طويلة في أثناء جلوسهم في المنازل.

9- الأطفال المصابون باضطرابات الجهاز الهضمي (المعدة، والأمعاء). وتتمثَّل اضطرابات الجهاز الهضمي لدى الأطفال في الحالات الخلقية غير الطبيعية في الجهاز الهضمي والإسهال الطويل المدى، وجميعها يمكن معالجتها بإراحة الأمعاء والـ (TPN). وقد وُجِد أنّ الإسهال تخف (Abate) وطأته مباشرة بعد البدء في الـ TPN؛ ممّا يسمح بإعطاء فرصة أكبر للاستقصاء والتشخيص، ومعالجة سوء التغذية.

مضاعفات التغذية غير المعوية (Parenteral Nutrition Complications)

يوجد العديد من المضاعفات التي قد تحدث بسبب القسطر (Catheter) (الأنبوب المطاطي الذي يستخدم في حالة التغذية غير المعوية بوساطة الوريد المركزي) أو إدخال الإبرة في الوريد.

أ- المضاعفات المرتبطة بالقسطرة وإدخال الإبرة في الوريد

قد تحدث مضاعفات شديدة للمريض في حال التغذية غير المعوية عن طريق الوريد المركزي؛ نتيجة عدم وضع القسطر بصورة صحيحة. لهذا يجب إدخاله بطريقة طبية صحيحة من الجلد إلى الوريد تحت الترقوي وتركه مدّة طويلة. تحدث المضاعفات أيضاً بسبب فرط التوتر (السوائل المرتفعة السعرات والمرتفعة الدهن) الذي يُسبِّب عدم التوازن الأيضي. وفيما يأتي بعض هذه المضاعفات:

- **تعفّن الدم (Sepsis)**: يُقصَد بذلك وجود بكتيريا مرضية في الدم (Pathogenic Bacteria)، وهو من المضاعفات الخطيرة التي تحدث بكثرة. ويمكن الوقاية منها باستخدام قسطر معقّم، والمراقبة المستمرة، وتغيير القسطر، وقارورة الـ (TPN) وتغير انابيب نقل السوائل من خلال الأوردة (IV Tubing) الفوري (2—3 مرّات أسبوعياً) (من المضاعفات الشائعة الالتهاب بسبب القسطر). يُذكَر أنّه يجب إيلاء القسطر اهتماماً خاصاً؛ نظراً إلى سهولة دخول الميكروبات منه إلى الوريد الرئيس. يجب أيضاً تعقيم المنطقة المحيطة بمكان دخول القسطر بصورة مستمرة.
- **وجود دم في الصدر (Hemothorax)**: يُعزى سبب وجود دم في الصدر إلى حدوث خطأ في وضع القسطر.
- تجلّط الدم في الوريد الرئيس.
- **سدادة الهواء (Air Embolism)**: تتكوّن فقاقيع من الهواء في الدم بسبب تسرّب الهواء من القسطر.
- **استسقاء التجويف الصدري (Hydrothorax)**: يتمثَّل ذلك في تجمُّع السوائل في الصدر.
- **الاستروح الصدري (الصدر المثقوب) (Pneumothorax)**: يتمثَّل ذلك في تجمُّع السوائل في الصدر.

ب- المضاعفات الأيضية (Metabolic Complications)

تتمثَّل المضاعفات الأيضية في الآتي:

- **ارتفاع مستوى السكر في الدم**: يحدث هذا الارتفاع بصورة مؤقّتة خلال الأيام الأولى، ثمّ يتبدّد (يزول) مع التخلص من الجلوكوز. ولكنّ ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم فجأة (تكون الحالة مستقرة في أثناء الـ (TPN)، يعني احتمال وجود مرض السكري، أو تعفّن الدم، أو الإجهاد التهدمي. ويمكن الكشف عن ارتفاع سكر الدم بمتابعة مستوى الجلوكوز في الدم بصورة دورية، وملاحظة كشاف البول (Urine Spot). ويمكن معالجة هذه الحالة بإعطاء الأنسولين؛ إمّا في العضل، وإمّا تحت الجلد. كما يمكن أن يضاف الأنسولين العادي مباشرة إلى قارورة محلول الـ (TPN).

- **انخفاض مستوى الجلوكوز في الدم:** يحدث هذا الانخفاض (تظهر أعراضه على المريض) بسبب انقطاع ضخ السوائل في الوريد (Interuption of TPN Infusion)؛ أي بسبب الانقطاع المفاجئ (أو غير المتعمّد) لتقديم الـ (TPN). لذا، يجب أن يُقدَّم محلول الـ (TPN) بالتدريج، ويتوقّف بالتدريج. وتعالج الحالة بإعطاء الدكستروز بنسبة (5—10%) (مدّة 24 ساعة) خلال الوريد السطحي إذا أُوقِف الخط المركزي.
- **ارتفاع مستوى الأمونيا في الدم (Hyperammonemia):** يحدث ذلك بسبب ضعف وظائف الكبد.
- **فرط كمية النيتروجين في الدم (Azotemia):** يحدث ذلك بسبب إدخال كمية كبيرة من الأحماض الأمينية تفوق قدرة الجسم على أيضها.
- **انخفاض مستوى الفوسفور في الدم (Hypophosphatemia):** يحدث ذلك بسبب انخفاض كمية الفوسفور في محاليل الـ (TPN).

وبوجه عام، يمكن تجنّب جميع المضاعفات المذكورة أعلاه؛ وذلك بالمراقبة الدائمة لطريقة التغذية غير المعوية خلال الوريد المركزي. وكذلك عدم استعمال المحاليل السكرية لمرضى السكري، وتجنّب استعمال المحاليل المحتوية على مستحلبات لمرضى التهاب البنكرياس، والمرضى الذين يعانون ارتفاع الدهون في الدم. يوصى أيضاً بعدم زيادة كميات البروتينات والسوائل والبوتاسيوم لمرضى الفشل الكلوي، والتأكّد من استعمال الأحماض الأمينية المتعدّدة التفرع لمرضى الفشل الكبدي.

- **ارتفاع مستوى نيتروجين يوريا الدم (BUN):** تحدث هذه الظاهرة بكثرة في المستشفيات التي تستخدم الـ (TPN). ويُعَدّ تصنيع اليوريا المتزايد مسؤولاً عن زيادة نيتروجين يوريا الدم المتوسطة. كما يُعَدّ ارتفاع الـ (BUN) الحاد هو المسؤول عن حدوث الجفاف بسبب فرط الأسموزية (Hyperosmolar Dehydration)، مع عدم كفاية تقديم الماء الحر. ويشير ارتفاع تركيز الـ (BUN) أكثر من 75 ملليجرام/ ديسيلتر إلى ضرورة تعديل المعالجة بالـ (TPN) في معظم الحالات، ويتم الكشف عن هذا الارتفاع بتقدير الـ (BUN). ويمكن معالجة ارتفاع الـ (BUN) بزيادة الماء الحر بصورة دكستروز (5%) خلال الوريد السطحي في حالة الجفاف وارتفاع الأسموزية. كما يجب زيادة كمية الماء الحر في قوارير الـ (TPN) التالية (اللاحقة). أمّا في حالة عدم وجود جفاف بسبب فرط الأسموزية، فإنّ تخفيض معدل ضخ الـ (TPN) سيحدّ من الـ (BUN).
- **نقص المعادن والفيتامينات (Deficiency of Vitamins and Minerals):** من النادر جداً حدوث أعراض نقص الفيتامينات إذا طُبِّق الدعم المنتظم بالفيتامينات. ويحدث عادة نقص لفيتامين ك؛ لأنّ هذا الفيتامين لا يوجد في مستحضرات الفيتامينات المركّبة المتوافرة تجارياً والمخصصة للتغذية غير المعوية. وقد تظهر أعراض نقص بعض المعادن الصغرى في حالة التغذية غير المعوية مدّة زمنية طويلة تزيد على الشهر.
- **التفاعلات العكسية لمستحلب الدهن:** تصيب هذه التفاعلات فئة قليلة جداً من المرضى (أقل من 1%)، وتتمثّل في ضيق التنفس، وازرقاق البشرة (Cyanosis)، والدوخة، والتقيّؤ، والصداع، وحدوث آلام في الظهر، والتعرّق، وارتفاع درجة الحرارة، والحساسية أو التهاب موقع الضخ. وبوجه عام، فإنّ ضعف التخلص من الدهن يصيب بكثرة مرضى الفشل الكلوي والفشل الكبدي.
- **أمراض أُخرى:** من الأمراض التي قد تصيب المريض بسبب طول مدّة استعمال الـ (TPN):

1- **مرض العظام الأيضي (Metabolic Bone Disease):** يحدث هذا المرض بسبب استعمال المريض الـ (TPN) أكثر من (2—3) شهور، وتتمثّل أعراضه في صورة آلام بالأطراف (اليد، والقدم)، وآلام في الظهر، على الرغم من حدوث تحسّن في حالة المريض الغذائية. ويمكن معالجة هذه الحالة بالإيقاف المؤقّت (أو المتقطع) لـ (TPN)، وإزالة فيتامين د من المحلول.

2- **مرض المرارة (Gallbladder Disease):** قد تتكوّن حصيات في المرارة (Cholelithiasis) في حال استمرار الـ (TPN) مدّة طويلة.

التغذية الانتقالية (Transitional Feeding)

يُطلَق مصطلح مدّة التغذية الانتقالية (Transitional Feeding Period) على الزمن الفاصل الذي يُغيِّر فيه المريض التغذية من طريقة (شكل) إلى أُخرى. ويتم في هذه الأثناء المحافظة على حالة المريض الغذائية بالمراوحة (Overlaping) ما بين طريقتين من طرائق التغذية. فمثلاً، إذا كان المريض يعتمد على التغذية بالأنبوب، فيجب الإقلال منها تدريجياً؛ كلّما زاد معدل تناول الطعام بالفم. أمّا بالنسبة إلى المريض الذي يعتمد على التغذية غير المعوية الشاملة خلال الوريد المركزي مدّة طويلة، فإنّه يُفضَّل أن يتجه أولاً إلى التغذية بالأنبوب، ثمّ التغذية بالفم.